(622)

ARTE
DE
DESCUBRIR LOS MANANTIALES

POR EL
ABATE PARAMELLE

Obra utilísima á los
arquitectos, ingenieros, agricultores y propietarios de fincas rústicas,
y demás personas dedicadas al estudio.

Obra traducida, corregida y aumentada por el Presbítero

D. NICOLAS SOLDEVILA Y CALVO.

BIBLIOTECA PÚBLICA

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Calle de San Andrés núm. 15.

1900

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

"ALFONSO REYES"

Avda. 1625 MONTECARMEL, MEXICO

13849

508105

P3

Núm. Clas. _____
Núm. Autor _____
Núm. Adg. 13849
Procedencia 1
Precio _____
Fecha _____
Clasificó _____
Catalogó _____

FONDO BIBLIOTECA PUEBLA
DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

132447

ARTE DE DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

CAPÍTULO PRIMERO.

EMINENCIAS DE LA TIERRA.

La superficie de la tierra dista mucho de ser llana; al contrario, ella muestra casi en todas partes elevaciones y depresiones que son bastante uniformes en cada especie de terreno, y conservan entre sí ciertas relaciones muy constantes. Hé aquí los nombres que se dan á las diferentes especies de elevaciones, y las relaciones que existen entre ellas.

Una *montaña* es una masa de terreno de más ó menos extensión, que se eleva considerablemente sobre el suelo que la rodea. La parte más elevada es la *cumbre* ó la *cima*. Sus pen-

dientes son los *flancos*; la *base* es el plano horizontal sobre el cual ella descansa; el *pie* es el perímetro de este plano; su *altura* es la perpendicular que cae de la cima sobre su base, y su *escarpa* es el plano casi vertical que forma uno de sus costados. Una *mesa* ó *meseta* es una llanura de más ó menos extensión, situada sobre una montaña.

Una *colina* es, según algunos, una eminencia situada en un llano, separada de las montañas vecinas, y elevándose á lo más á 200 metros; otros, y es el mayor número, entienden por colina toda montaña prolongada, aislada ó no, que no tiene una grande elevación.

Las pequeñas montañas aisladas toman el nombre de *montecillo*, y las más pequeñas el de *terromontero* ó *cerrillo*.¹

1 Como ni los geógrafos, ni menos los geólogos, han explicado hasta ahora en qué se diferencian la una de la otra, estas cuatro especies de alturas, es todavía tan arbitrario el nombre que debería darse exclusivamente á cada una de ellas, que la misma eminencia, unos la llaman *montaña*, otros *colina* y otros *montecillo*. Debiendo, pues, tener las palabras que se emplearán en este tratado, una significación tan precisa como sea posible, mientras que otros no den mejores definiciones, propongo llamar *montaña* toda elevación de terreno que tiene más de 200 metros de altura vertical sobre el suelo que la circunda; *colina*, toda montaña prolongada que tiene de 100 á 200 metros de altura; *montecillo*, toda pequeña montaña aislada que tiene de 50 á 100 metros de altura, y *terromontero* ó *cerrillo*, todo montecillo aislado que tiene menos de 50 metros de altura.

La cima de una montaña unas veces es redonda, y forma lo que se llama en Auvernia un *cimborio*, y en Alsacia un *globo*; otras veces tiene todas sus pendientes escarpadas y se llama *pico*; y otras veces, en fin, forma una punta aguda muy descollante, y se le da el nombre de *aguja*.

Es cosa rara hallar montañas aisladas; algunas veces forman grupos; pero las más de las veces están situadas la una delante de la otra, y forman series que se llaman *cordilleras*, las que se extienden en direcciones determinadas, y tienen ramificaciones á derecha é izquierda.

La *sumidad*, la *cresta* ó *cúspide* de una cordillera es formada por el conjunto de las crestas y de las cumbres de todas las montañas que la componen; sus flancos ó caras llevan el nombre de *vertientes*, porque vierten las aguas en las llanuras; su *eje* es la línea que se supone que pasa por el centro de cada montaña; su *pie* es la parte inferior de cada vertiente; su *anchura* se toma de un pie al otro, y su *altura* es la elevación vertical de la sumidad sobre los dos pies.

No existe ninguna cordillera, cuyas partes sean regulares; así es que la anchura es muy diferente de un lugar á otro; la sumidad presenta alternativamente elevaciones que se lla-

man *cimas*, y bajadas que se llaman *gargantas*; el eje y los pies forman en todos lugares líneas curvas muy complicadas; las dos vertientes son superficies muy ondeadas, que poquísimas veces tienen el mismo grado de inclinación, y casi siempre una de las vertientes es más corta y tiene un declive más rápido que la otra. ¹ El más rápido se llama simplemente *pendiente*, y el menos rápido *contrapendiente*.

La sumidad de una cordillera hace la separación ó partición de las aguas que, deslizándose por una y otra parte sobre las dos vertientes, van á parar á dos ríos diferentes.

Cada cima es el punto de partida de dos ramales que toman direcciones opuestas, y cada garganta lo es también de dos valles opuestos. Los ramales que parten de la cordillera principal, forman á su vez nuevas ramificaciones, á las que se da el nombre de *estribo* ó *espolón*. Cuando un estribo ó espolón es muy corto, toma el nombre de *rehenchimiento*. ²

1 Los Vosgos y los Alpes franceses tienen las pendientes más rápidas por la parte de Levante que por la de Poniente; los Pirineos son más rápidos por la parte de España que por la de Francia; la cordillera que atraviesa el departamento del Lot, tiene el declive de la vertiente meaidional, cuyas aguas van al Lot, más fuerte que el de la vertiente septentrional que conduce sus aguas á la Dordoña.

2 En francés *renflement* (arquít.), el grueso mayor de la columna. Vid. Diccionario de Taboada.—N. DEL T.

Cada ramal, y también cada estribo que tiene cierta longitud, pueden considerarse como una cordillera simple, puesto que se encuentran en ellos todas las partes de una cordillera principal.

La grupa (*croupe*) de una montaña ó colina es la extremidad que va á terminarse en la llanura. Los dos costados que forman los muros de un valle, son formados ordinariamente de una serie de grupas que se detienen á poca diferencia sobre una misma línea, y presentan á los ojos del espectador que se halla en el llano, unos la forma de un trapecio, otros la de un triángulo, y otros que tienen la pendiente más suave, la de una extremidad de un batel ó bote volcado.

La cordillera que divide las aguas entre dos ríos, guarda con éstos cierto paralelismo; y los ramales que salen de ella, van siempre abajándose y convergiendo hacia los ríos, á cuyas orillas van á espirar.¹ Los estribos hacen lo mismo con respecto á los arroyos que corren al pie de ellos.

¹ Algunas veces se ven cimas de ramal más altas que la cumbre de la cordillera principal. Así, en los Pirineos el *Monte Perdido*, y en el departamento del Lot el *Monte San Bresson*, están separados de la cumbre de las cordilleras principales y son más elevados que ellas, pero están muy inmediatos, y estas anomalías son raras en extremo.

CAPÍTULO II.

DEPRESIONES DE LA TIERRA.

Los ramales que salen de la cordillera principal y los estribos ó espolones que parten de los ramales, dejan entre sí ciertos intervalos ó depresiones más ó menos considerables, que se llaman *valles*, *vallecitos*, *desfiladeros*, *gargantas*, *barrancas* y *pliegues* de terreno. ¹ Se llaman *valles*, las depresiones de una latitud considerable que parten de la sumidad de una cordillera principal y descienden hasta un río; *vallecitos*, las que separan los ramales ó forman solamente un pequeño valle; *desfiladeros* ó *gargantas*, las que separan los estribos, como también las que son muy estrechas y tienen en sus lados terrenos escarpados; *barrancas*, las excavaciones prolongadas, estrechas, con pendientes rápidas, y

1 Estas seis especies de depresiones, como no difieren entre sí sino por su grandor, no pueden distinguirse la una de la otra por ningún carácter notable, puesto que todos los accidentes de terreno que se ven en una de ellas se encuentran en todas las otras. Para no verme obligado á repetir á cada instante esta nomenclatura, me contentaré las más de las veces con nombrar una sola, por ejemplo, el *valle*, suponiendo que todo lo que de él diga, debe ó puede aplicarse á todas las otras.

que han sido abiertas por corrientes de agua; y en fin, *pliegues*, las depresiones cuya profundidad es poco sensible.

Los flancos ó las vertientes de las colinas, de los ramales y de los estribos, que dejan entre sí estas depresiones, se llaman flancos ó vertientes del valle, del vallecito, de la garganta, de la barranca y del pliegue. La línea de intersección más ó menos sinuosa, que forman en la parte inferior los dos flancos ó vertientes, y que siguen las aguas que caen sobre el valle, vallecito, etc., se llama el *thalweg*.¹

Cada valle recibe de derecha é izquierda un gran número de vallecitos, desfiladeros, gargantas, barrancas y pliegues; y cada vallecito recibe también muchas depresiones de un orden inferior.

En los valles, vallecitos, etc., debe observarse que, todas las veces que una grupa de mon-

1 Esta palabra alemana significa *camino del valle*. En todos los valles y vallecitos que contienen un río ó arroyo que no ha sido desviado por la mano del hombre, el curso del agua sigue exactamente el *thalweg*, que es siempre la línea más baja de la llanura. En los valles y vallecitos que no tienen curso de agua visible, se puede conocer el verdadero *thalweg* suponiendo que se estableciese allí un curso de agua que recoriera toda su longitud; la línea que seguiría este curso de agua supuesto, es el verdadero *thalweg* del valle y del vallecito. Se invita al que se aplica á la hidroscopia, á que estudie bien sobre el terreno esta línea, que es de la mayor importancia para descubrir los manantiales.

taña forma por un lado un avance dentro del valle, avance que se llama *ángulo saliente*, se ve enfrente y al lado opuesto un hundimiento que se llama *ángulo entrante*. Por un mismo lado del valle los ángulos salientes y los ángulos entrantes alternan entre sí; por manera que cada ángulo saliente es formado por dos ángulos entrantes, y cada ángulo entrante es formado por dos ángulos salientes. Lo mismo sucede en el lado opuesto del valle; pero los ángulos salientes del uno de los lados nunca están opuestos á los ángulos salientes del otro lado; ni los ángulos entrantes tampoco están opuestos entre sí; al contrario, todos los ángulos salientes de un lado del valle corresponden exactamente á los ángulos entrantes del otro, y recíprocamente; de suerte que, si por suposición las dos vertientes de un valle llegasen á acercarse la una á la otra, los ángulos salientes de la una se encajarían muy bien dentro de los ángulos entrantes de la otra. Estas reglas casi nunca tienen excepción si no es en los valles de una muy grande anchura, y en algunos lugares de terrenos primitivos.

Cuando las dos vertientes de un valle ó de un vallecito tienen la pendiente suave, el valle es por lo general muy ensanchado y bastante re-

gular en toda su extensión, y el *thalweg* se halla casi á igual distancia de las dos vertientes; pero si en algunas partes el declive se halla más rápido en uno de los lados, el *thalweg* se inclina hacia aquel punto.

Los valles formados por dos vertientes escarpadas son generalmente muy estrechos y muy irregulares; se observan en ellos muchos encogimientos y ensanches, y la curva del *thalweg* presenta una infinidad de inflexiones, pero se acerca siempre al lado más escarpado.

Los valles tienen entre sí ciertas relaciones que es conveniente observar. Todo valle principal es como una especie de trónc, al cual van á parar las ramas ó valles laterales; cada valle lateral, que tiene una longitud considerable, es más ó menos ramificado, y recibe muchísimas depresiones de un orden inferior, las que á su vez experimentan, al volver á subir, muchas bifurcaciones. Dos valles laterales, que se dirigen cada uno por su lado al valle principal, nunca tienen sus embocaderos el uno frente del otro; los embocaderos que se hallan en un lado, alternan con los que se hallan en el lado opuesto y están situados en intervalos muy variados. Con todo, esta alternación tiene algunas excepciones, puesto que en ciertos lugares se ve que

el valle principal recibe consecutivamente hasta dos ó tres valles que le vienen de un mismo lado sin recibir ninguno del lado opuesto.

Las *llanuras* son grandes espacios que parecen horizontales, aunque no lo sean jamás en todo rigor. En ellas se ven cumbres ó crestas de partición con sus ramales, y ligeras depresiones forman allí los valles por los que serpentean á menudo cursos de agua. Si á la primera ojeada no se percibe á qué parte está inclinada una llanura, por poco que uno la recorra y la observe con atención, conoce no sólo su pendiente general, sino también distingue en ella las diferentes hoyas que la dividen, y hasta sus más pequeñas ramificaciones. Las llanuras tienen algunas veces una extensión inmensa.

CAPÍTULO III.

ESTRUCTURA INTERIOR DE LA TIERRA.

Las diferentes especies de terreno que componen la superficie del globo, no están colocadas confusamente y á la aventura: ellas guar-

dan cierto orden de superposición, y el paso de un terreno á otro se opera con arreglo á ciertas leyes; de manera que á la simple inspección de terrenos visibles, el geognosta experto puede casi siempre decir con bastante probabilidad cuáles son los que se hallan debajo y que no se pueden ver. Así, el gneis se halla ordinariamente sobre el granito; la caliza yace sobre la arcilla; la piedra arenisca hullera cubre los depósitos de carbón; el terreno detrítico, el clisimiano y el aluvial reposan sobre terrenos de la misma naturaleza que aquellos que se hallan en su derredor, etc. Hasta los canteros son, los más de ellos, muy hábiles en conocer, sin verlo el lugar donde hallarán las especies de piedras que necesitan.

Siendo muchísimas las especies de terreno, y variadas al infinito sus combinaciones, se han visto obligados los geognostas, para hacerse comprender, á dar un nombre á cada una, dividir las, subdividir las y describirlas separadamente. Para tratar á fondo esta materia, sería preciso hacer aquí una descripción completa de cada especie de terreno, y para esto se necesitarían muchos volúmenes, lo que nos distraería en gran manera de nuestro objeto. A más de que éste sería un trabajo superfluo, cuando

todas estas nomenclaturas, divisiones ó descripciones se encuentran en los tratados elementales de geología. Así, pues, me limitaré á explicar un cierto número de términos que se hallan con frecuencia en este tratado, no menos que en todas las obras de geología; y en los capítulos siguientes daré las descripciones de los terrenos más esparcidos por el globo y más útiles de conocer.¹

Entiéndese por *suelo* la parte superficial de la corteza del globo, esto es, aquella sobre la cual andamos, sobre la cual circulan las aguas, y que explota el agricultor.

Una *roca* es una masa mineral, simple ó mixta, ordinariamente dura, y de muy grandes dimensiones para que se la pueda considerar como parte constitutiva de la corteza del globo.

1 «Según dice M. d'Orbigny [*Geol.*, cap. VII], veinticinco ó treinta, á lo más, son las especies que por su abundancia ocupan un lugar interesante como materiales esenciales de la constitución mineral del globo.»

«La observación ha demostrado, dice también M. Carlet [*Tratado elemental de las rocas*, introducción], que sobre unas cuatrocientas especies distintas de minerales que se han reconocido en la superficie sólida del globo, apenas hay unos treinta que entren como elementos esenciales ó constitutivos en la composición de las rocas; las otras especies no figuran, por decirlo así, sino como partes accesorias ó accidentales: sobre estas treinta especies de minerales, M. Cordier ha reconocido que no hay más que unos diez, á lo sumo, que se presentan en abundancia en la naturaleza.»

Cuando las rocas tienen formas macizas y presentan un espesor considerable que no es dividido por junturas ó hendeduras, se las llama *masas no estratificadas*; pero comúnmente no se presentan en masas informes: casi siempre se observa en ellas una estructura particular: las unas son divididas en capas, las otras en prismas, otras en hojuelas, etc.

Una *capa*, que se llama también *estrata*, *banco*, *lecho*, *hilada* ó *asiento*, es una parte de la roca mucho más extendida en longitud y latitud que en espesor; y está comprendida entre dos hendeduras paralelas entre sí, y paralelas á todas las otras que separan las capas de la misma roca. Las hendeduras que separan las capas se llaman *fisuras* ó *junturas de estratificación*, y las dos superficies de cada capa son los *planos de juntura*. Además de las fisuras de estratificación se observa á menudo en cada capa una infinidad de otras que son verticales ú oblicuas relativamente á las de la estratificación, y se llaman *fisuras occidentales*; pero con verlas solamente, es fácil distinguir las unas de las otras, atendiendo que las fisuras de estratificación separan siempre las capas ó estratas, se extienden á grandes distancias conservando el paralelismo en todas sus inflexiones, y son paralelas

á la superficie de superposición, lo que no se observa en las fisuras accidentales.

Las *rocas esquistas* ó *esquistas*, no son solamente divididas en estratas ó capas, sino que cada capa es subdividida en una infinidad de hojuelas, aplicadas las unas sobre las otras, más ó menos coherentes, más ó menos extendidas, paralelas entre sí, y paralelas también á la estratificación de la roca. Estas hojuelas tienen comúnmente un espesor desigual, son ondeadas y algunas veces están replegadas sobre sí mismas. Los gneis, las pizarras, etc., son rocas esquistas.

La disposición de todas las capas que componen una roca, es lo que se llama *estratificación*. Las estratificaciones de diferentes rocas están dispuestas de muy diferente manera: unas veces son á poca diferencia horizontales, otras veces están más ó menos inclinadas, y hasta llegan á ser verticales, y alguna vez contorneadas ó replegadas. Se ha convenido en llamar *estratificación horizontal* á aquella cuyas capas son generalmente poco inclinadas, y es la más común; y *estratificación inclinada* á aquella cuyas capas son en gran manera inclinadas ó casi verticales. Se ha designado con el nombre de *estratificación arqueada* á aquella cuyas capas son

ondeadas, y también á aquellas cuyas capas, que constituyen una montaña ó una colina, se elevan por un lado en el mismo sentido de la pendiente, se encorvan en la cima y vuelven á bajar con la pendiente opuesta; ó bien descenden con la pendiente de una cuesta, se encorvan abajo del vallecito y vuelven á levantarse con la pendiente de la ladera opuesta. Se llaman *capas contorneadas* aquellas que presentan muchas curvaduras en diferentes sentidos.

Una capa se llama *subordinada* á otras capas ó á un grupo de rocas cuando se halla intercalada en ellas.

Se dice que una estratificación es *regular* cuando todas sus capas son paralelas entre sí y á la dirección general; y es *irregular* cuando sus capas no guardan este paralelismo.

Como las capas de una roca casi nunca son perfectamente horizontales, se distingue en ellas una inclinación y una dirección.

La *inclinación de una capa* es el ángulo que sus planos de juntura forman con el horizonte: y su *dirección* es la de una línea horizontal tirada sobre su plano. Así se dice que tal capa está inclinada de tantos grados ó que está hundida debajo de tal ángulo, y que su dirección es hacia tal punto cardinal. La dirección de las

capas de una cordillera es generalmente la de la misma cordillera.

El borde superior de una capa es su *testa*: cuando esta testa se muestra en la superficie, se la llama *igualamiento*, y los otros bordes son sus *extremidades*. Cuando una capa presenta su espesor al descubierto en el sentido de su dirección, se dice que se halla *sobre su corte*. El espesor de una capa, de una roca y hasta de una masa mineral cualquiera, se llama su *potencia*.

Cuando dos ó más rocas, situadas la una sobre la otra ó la una al lado de la otra, tienen sus capas paralelas, se dice que sus *estratificaciones son concordantes*; cuando, por el contrario, su inclinación es diferente, sus *estratificaciones son discordantes ó transgresivas*.

Se dice que las capas forman una *escarpa* cuando se terminan de una manera escabrosa.

Se da el nombre de *padrastro* á una dislocación ó fractura de las capas de una roca, cuando, habiéndose quedado en su sitio la una de las dos partes, la otra se ha hundido ó levantado, y los asientos de una de las partes no corresponden á los asientos de la otra. Un *padrastro* puede hallarse vacío ó lleno.

Un *dyke* es una masa pedregosa ó desagregada.

gada que ha venido á ocupar el espacio que las dos partes de una roca dislocada han dejado entre sí. Su naturaleza y la disposición de sus partes se diferencian de las dos rocas que se han separado. Un *dyke* es á veces muy delgado y de poca extensión; otras veces tiene algunos kilómeros de largo, algunos hectómetros de grueso y su profundidad es muy considerable.

El nombre de *pedrusco* se aplica á trozos de roca coherentes que se hallan sobre el suelo ó hundidos dentro de masas de diferente naturaleza, y tienen un volumen de alguna consideración, como por ejemplo, más grande que la cabeza de un hombre. Su forma es unas veces redondeada y otras angulosa ó llena de bultos.

Llámanse *poso* el resultado de una precipitación mecánica ó química que se ha efectuado en un líquido: úsase también esta palabra para designar una masa mineral que se halla situada en una parte cualquiera de la costra terrestre, de cualquier modo que se haya situado esta masa en dicho lugar.

MA DE NUEVO LEÓN
DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO IV.

TERRENOS NO ESTRATIFICADOS.

No pudiendo los diferentes terrenos ejercer su acción sobre la formación y el curso de los manantiales sino de dos maneras distintas, siguiendo yo el ejemplo de MM. Labèche, Boné y Brogniart, los divido simplemente en *terrenos no estratificados* y *terrenos estratificados*. Esta división, que es muy real en la naturaleza, es fácil de comprender, y basta para la inteligencia lo que sigue.

Entiéndese por *terrenos no estratificados*, aquellos que no tienen ni capas ni junturas paralelas, y aquellos también cuya estratificación es enteramente irregular ó poco sensible.

Hállanse terrenos no estratificados en cada una de las cinco grandes divisiones que están adoptadas con bastante generalidad, es á saber: en los terrenos primitivos, secundarios, terciarios, diluvianos y modernos.

En los terrenos primitivos tenemos los granitos, los pórfidos, los micasquistos, las sienitas, los cuarzos, las trachitas, los calizos primitivos, etc.

Los terrenos secundarios no estratificados son: los calizos compactos, las cretas, los trapps, las ofiolitas, etc.

Los terrenos terciarios no estratificados son: las margas, las molasas, los espejuelos, las sales gemas, etc.

Los terrenos diluvianos ó de transporte no estratificados son: las arenas, los méganos, las turbas; y en los terrenos modernos se halla el terreno detrítico, el de tierras desplomadas, las tobas, las deyecciones de los volcanes en actividad, los limos, etc.

El *granito*, palabra formada del latín *granum*, grano, es una roca compuesta de feldespato, de cuarzo y de mica. Estas tres materias siempre cristalinas y que se penetran mutuamente, han sido fundidas juntas. El feldespato domina las otras dos, y el cuarzo es más abundante que la mica. Las masas graníticas no presentan ningún rastro de estratificación real. No se encuentran en ellas ni cavernas, ni vacíos, ni restos de seres orgánicos: los metales son también muy raros en ellas, y muy poco abundantes; las fisuras, que las dividen en pedruscos de todas formas y dimensiones, toman toda especie de dirección, y no presentan entre sí ningún paralelismo. De todos los terrenos antiguos, el

granito es el más difundido en la superficie del suelo: él ocupa la mayor parte del Limosin, y espacios muy considerables en la Bretaña, los Vosgos, la Auvernia, los Pirineos, el Vivarés, etc. Las comarcas que el ocupa, presentan mesetas de más ó menos extensión, montañas de mediana altura y de grupas redondeadas. No obstante, hacia el medio de las cordilleras, forma á veces montañas muy elevadas y de cumbre aguda, de las que se desprenden pedruscos enormes que van rodando sobre las vertientes y hasta el fondo de los valles; siendo los unos todavía angulosos, y los otros redondeados por los agentes atmosféricos. En este terreno los vallecitos comienzan ordinariamente por un circo con muros verticales. El color más común de esta roca es una especie de blanco de color de leche, y con mucha frecuencia es amarillento, rojizo, violáceo ó negruzco.

El *pórvido* es una roca compuesta de una pasta de petrosílex que contiene cristales de feldespato blancos ó grises, y á veces granos de cuarzo y de piróxeno. Su color más común es gris ó negruzco; alguna vez, pero raramente, es rojizo ó verduzco con manchas blancas. El *pórvido* se asemeja mucho al granito; y lo que sirve principalmente para distinguirlo de éste, es su

tendencia á tomar la forma de dikes que se hallan las más de las veces en el interior de las masas graníticas ó en su inmediación. Se le halla también intercalado en los terrenos de sedimento. Las pequeñas cavidades que se hallan en esta roca, están llenas de cuarzo ó de cal carbonada. Este terreno es muy común, pero ocupa raramente grandes extensiones. Los distritos de Francia, en los que es más difundido, son: el Morvan, el Bojolé y el Forez. Casi todas las montañas de terreno porfídico son cónicas y de grupas redondeadas. Se distinguen tres especies de pórfido: el rojo ó cuarcífero, el verde ó serpentino, y el negro ó piroxénico.

El *gneis*, lo mismo que el granito, está compuesto de feldespato, de mica y de cuarzo; pero se diferencia de él en que el cuarzo se halla en menor proporción, es estratificado, y su textura es esquistosa. Sus laminillas y estratas, muy variables de espesor, son plegadas y contorneadas en todas las direcciones, y esto lo distingue de los terrenos de sedimento. El *gneis*, pobre en productos agrícolas, es de los más ricos en minerales preciosos: contiene oro, plata, estaño, cobre, hierro, granates, rubíes, topacios, etc.; pero ningunos restos orgánicos. Su color es ordinariamente gris; con todo, como este co-

lor depende del de la mica, así es que varía del blanco al negro. Esta roca forma masas de mucha extensión, de mucha potencia, y ocupa las partes superiores de los terrenos primitivos, en los que forma raras veces montañas de grande elevación. Los valles de este terreno son ordinariamente estrechos, y comienzan por circos de muros muy inclinados. Esta roca se halla con mucha frecuencia en Limosín, en Auvernia, en la Bretaña, en la Vendée, etc.

El *micasquisto* es una roca compuesta de mica y de cuarzo, de estructura esquistosa. En algunas de estas rocas el cuarzo es poco ó nada visible; en otras la masa está cortada por venas de cuarzo puro. Como la mica es la que domina en esta roca, en la que está colocada en hojuelas continuas, ella es la que le da color, y éste varía ordinariamente del negro al blanco, y algunas de sus partes presentan matices rojizos ó violáceos. Esta roca es estratificada; pero sus capas compuestas de laminillas muy delgadas, se hallan casi siempre trastornadas, de muy poca extensión, plegadas, onduladas, y hasta contorneadas. Las masas de micasquisto descienden á muy grandes profundidades y tienen mucha extensión, formando montañas por lo común poco elevadas, de grupas redondeadas,

dispuestas por grupos, terminadas por vastas mesetas, y separadas las unas de las otras por numerosas barrancas. Se hallan en el micasquisto, de vez en cuando, granates, feldespatos, hierro oligisto, hierro hidroxidado, etc.; pero nada de restos orgánicos. Cuando se emplea esta roca para construcciones, es fácil de extraer, fácil de preparar, y de mucha duración.

El *trapp* es una roca compuesta de una mezcla íntima de feldespatos y de anfíbol, conteniendo alguna vez piróxeno, leptinita y eurita. Su nombre le viene de la palabra sueca *trappa*, que quiere decir escalera, porque en las pendientes de las montañas se deja ver de ordinario en forma de gradas ó terrados, otras veces se presenta en *dikes*, teniendo las partes centrales más cristalinas que las extremidades. Esta roca es de apariencia homogénea, dura, compacta, pegajosa, sonora y sin restos orgánicos. Su color es gris, negro ó verduzco, muy parecido al del basalto; pero en vez de dividirse en prismas como éste, se parte en fragmentos de diferentes tamaños y de todas formas. Cuando se dejan mucho tiempo estos fragmentos sobre el suelo, toman la forma redonda, y se cubren de una capa de color de orín. Esta roca está muy difundida en todas las partes del globo, en

ciertos lugares se muestra en masas informes ó en conos irregulares, y en otros forma colinas enteras.

Las *brechas*, *almendrillas* y *conglomerados* son rocas llamadas de *agregación*, compuestas de fragmentos de rocas antiguas, conglutinados por medio de un cemento más reciente. Los más de estos fragmentos pertenecen á rocas primitivas, como los cuarzos, los feldespatos, los granitos, los pórfidos, etc. Los hay también que se han desprendido de las masas basálticas, calcáreas, etc. Algunas de estas rocas se componen de fragmentos angulosos, y se las llama *brechas*; otras están compuestas de gujarros sueltos y redondeados, y se les da el nombre de *almendrillas*. El volumen de estos fragmentos varía desde un centímetro hasta un decímetro de diámetro. Cuando este es de un decímetro á uno ó muchos metros, la roca toma el nombre de *conglomerado*. El cemento en el cual están empastados estos fragmentos, está compuesto de sílice y de caliza ferruginosa. Su fuerza de cohesión varía mucho, y se descompone más fácilmente que los gujarros: así es que, sobresa- liendo cada fragmento, la superficie de la roca es ordinariamente muy desigual. Estas rocas son *homogéneas* cuando los fragmentos son de la

misma especie, y están conglomerados por un cemento de la misma naturaleza; y son *heterogéneas* cuando los fragmentos son de diferentes especies. En ciertos lugares forman capas horizontales ó casi horizontales. Estas rocas son muy generales en la Provenza: en algunos parajes llenan valles muy dilatados; en otros forman colinas de mediana elevación y mesetas de mucha extensión, adonde no han podido llegar jamás las actuales corrientes de agua. Los cantones de Méés, Valensolle y de Riez (Bajos Alpes), casi no tienen otro terreno. Su espesor varía desde algunos decímetros hasta centenares de metros.

Como las descripciones de algunos otros terrenos no estratificados se hallen en otros lugares de este libro en que son indispensables, para no tener que repetirlos, voy á indicar aquí los capítulos donde se hallan, y son: los *desplomados*, capítulo VII; las *tobas* capítulo XIX; los *terrenos volcánicos*, capítulo XXI; las *cretas* y las *margas*, capítulo XXII.

CAPÍTULO V.

TERRENOS ESTRATIFICADOS.

Las rocas estratificadas son aquellas que fueron formadas mientras que las aguas cubrían el globo. Las moléculas que las componen estuvieron en disolución mucho tiempo y suspendidas dentro de las aguas. En virtud de su gravedad específica se precipitaron y consolidaron poco á poco, y formaron capas de más ó menos extensión, que se colocaron sucesivamente las unas sobre las otras. Cada capa se diferencia de las otras que tiene encima y de las que tiene debajo, por su grueso, su constitución ó su color. Estas capas son, por lo general, horizontales, paralelas entre sí, de muy distinto espesor, y contienen restos de conchas ó de vegetales petrificados.

Sin embargo, como la superficie del suelo primitivo, sobre el cual se precipitaron y amoldaron estas capas, presentaban alturas y hondonadas, se las ve seguir todas las desigualdades de este terreno, bajarse y volverse á levantar conforme se baje ó se levante su superficie.

Ciertas dislocaciones posteriores, producidas por levantamientos ó hundimientos del suelo, han desarreglado también en muchos sitios la horizontalidad y el paralelismo de las capas, han dejado muchísimas de éstas descansando sobre sus cortes, algunas enteramente volcadas y otras rotas y divididas en pedruscos ó fragmentos de diferentes tamaños. Los terrenos estratificados, que se llaman también *sedimentarios*, ocupan inmensas extensiones y cubren la mayor parte de los continentes. M. Burat (*Geol. aplicada*, cap. II), presume que *cubren las cuatro quintas partes de los terrenos emergentes*.

Las diferentes materias que el agua del mar ha tenido en suspensión, no sólo se han precipitado y consolidado formando capas paralelas, sino también asolándose las materias sobre el terreno primitivo, parece que han obedecido á la ley llamada *afinidad de composición por precipitación* y se han agrupado por especies: así los asperones se han precipitado en un distrito, las calizas en otro, más allá las arcillas, aquí las cretas, allí las margas, etc.; cada especie de terreno tiene sus límites bien marcados, y se distingue de todos aquellos que lo rodean por su naturaleza, por su forma y por sus colores. Si en algunas partes se ven especies de terreno

mezcladas, es que lo han sido por las corrientes del mar, las que han quitado ciertas partes de muchos terrenos ya formados, y los han mezclado y transportado sobre otros. De la misma manera las corrientes de agua separan actualmente y acarrean toda especie de destrozos de las regiones superiores, y van á depositarlos confusamente en las llanuras bajas.

Casi todas las rocas que componen los terrenos secundarios, como los asperones, las calizas, ciertas cretas, etc., son distintamente estratificadas.

Los asperones.

El *asperón* es una roca ordinariamente estratificada, compuesta de granos, cuyo tamaño varía desde un milímetro hasta un centímetro de diámetro, y más ó menos conglomerados por un cemento. Estos granos son fragmentos de granito, de pórfido, de cuarzo, etc., que han sido desprendidos de sus rocas respectivas y transportados violentamente por corrientes de mar. Los que han partido de cerca tienen sus ángulos casi intactos; los otros son más ó menos redondeados, según que han venido de más ó menos lejos. Ellos son ligados y conglomerados entre sí por un cemento de cuarzo ó de caliza

ferruginosa, ó de arcilla ferruginosa, y forman hiladas por lo común horizontales, que unas veces son tenaces, otras desmoronables, variando mucho en extensión y en espesor. Las partes inferiores de cada hilada encierran fragmentos más gruesos que las partes superiores. Los asperones muestran casi todos los tintes que pueden resultar de los colores mezclados.

Hay tres especies de asperones, es á saber: el *asperón rojo*, el *asperón abigarrado* y el *asperón tritoniano*.

El *asperón rojo*, ó *viejo asperón rojo*, está compuesto de pequeños fragmentos de cuarzo, de feldespato y de mica, unidos las más de las veces por una pasta arcillo-ferruginosa: su color es rojo purpúreo ó amaranto. La estratificación de esta masa es perfectamente concordante, y su potencia varía de 60 á 200 metros.

El *asperón abigarrado*, que se compone principalmente de granos finos de cuarzo y de algunas laminillas de mica, es entreverado de diferentes colores, como el rojo, el violáceo, el azul, el verde y el blanco; sin embargo, el rojo es el que siempre domina. Estos granos están cimentados, como en el *asperón rojo*, por una pasta arcillo-ferruginosa. Las capas del *asperón abigarrado* son ordinariamente sólidas, muy

poco inclinadas y no presentan casi padrastrós. Las hiladas más bajas son las más densas y dan piedras de sillería. A medida que se va subiendo en esta formación, se hallan capas más ó menos delgadas, de las que se sacan las piedras y las muelas de amolar cuando la experiencia ha hecho conocer su bondad; y subiendo todavía más arriba, se hallan otras bastante delgadas para servir de baldosas, y bastante hendibles para servir de pizarras y cubrir tejados. Este asperón es muy pobre en metales, y encierra pocos restos orgánicos. El criadero de asperón abigarrado de más potencia y extensión que se conoce, es el de los Vosgos, de donde se la ha dado el nombre de *asperón vosgo*, que se extiende sobre cinco departamentos, y presenta valles muy profundos, en los que no se ve otra roca. También se halla en los distritos de Perigú, Brives, Rodez, San Afrique, San-Girons, Briñoles, etc. Este asperón forma montañas que tienen hasta 300 ó 400 metros de altura, y terminan en cúspides de forma de albardilla ó en cimas agudas. Los valles que las separan son ordinariamente muy anchos de boca.

El *asperón tritoniano*, llamado de *Fontenebló*, es una roca comúnmente muy densa y de mucha extensión, compuesta de granos de arena

muy finos, puros y blancos, conglomerados por un cemento ferruginoso de cuarzo, de caliza ó de arcilla. Cuando el cuarzo domina en el cemento, esta roca es muy dura; cuando domina la caliza lo es menos, y cuando domina la arcilla, es desmoronable. Esta roca, en vez de hieladas regulares, está compuesta de bancos de espesor muy desigual, variable á cada paso, y las junturas guardan raramente cierto paralelismo entre sí. Las superficies presentan gran número de escabrosidades y cavidades redondeadas, y no se ve ningún rastro de seres orgánicos. Aunque el color más común de este asperón sea blanco, sin embargo, en ciertas localidades toma ligeros matices de verde, de amarillo ó de rojo. En este terreno, muchos pedruscos redondeados se han desprendido sucesivamente de lo alto de todas las cuevas, y se han amontonado sobre sus pendientes, principalmente hacia sus bases. Los asperones que tienen los granos muy finos y son muy porosos, sirven para filtrar el agua, y los que son muy duros, sirven para edificar y para empedrar las calles. París no tiene otros empedrados. Este asperón es muy común en los alrededores de Fontenebló, y por esto se le ha dado el nombre de esta ciudad. En otras partes no se ven

sino pequeños islotes, tal es el que hay cerca de Lalinde, en Dorduña, cuyas piedras sirven para empedrar las calles de Burdeos.

Las calizas.

Las *calizas* son rocas más ó menos compactas, y compuestas de carbonato de cal: el acero las raya fácilmente, hacen efervescencia con los ácidos, y se convierten en cal con una calcinación prolongada. Su composición no es muy variada: el carbonato, la arcilla y la sílice son casi sus únicos elementos. Toda caliza que es bastante dura para tomar un hermoso bruñido, se llama *mármol*. Los cuerpos extraños que se hallan enclavados dentro de sus hiladas, están recostados paralelamente á su más grande eje: así, las conchas aplastadas yacen sobre la una de sus dos caras; los morrillos, que se aproximan más ó menos á la forma ovoide, están tendidos en toda su longitud. El color más común de las calizas es el amarillento, las hay también azulencas, rojizas ó verduzas y blancas, grises ó negras. Estas dos últimas deben su color á materias sulfúreas, carbonosas ó bituminosas de que han sido impregnadas; y cuando se las rompe exhalan esos olores; lo que ha hecho que se les dé el nombre de *caliza fétida*. En las ca-

lizas se halla una prodigiosa cantidad de mariscos más ó menos bien conservados, que sirven para distinguirlas: una porción de los animales que han habitado en esas conchas, tienen sus análogos que viven todavía en nuestros mares; los otros están enteramente destruidos. Las rocas calizas son las más difundidas, las que han sido mejor estudiadas, y las que con motivo de su regularidad suministran los más ciertos indicios para conocer la presencia de las corrientes de agua subterráneas. Ellas han sido divididas y subdivididas en tanta manera, que no puedo señalar más que las principales, á saber: la caliza oolítica, compacta, sacaroide, silícea, conchácea, margosa y grosera.

La *caliza oolítica* ó la *oolita*, se compone de una infinidad de granos pequeños, semejantes á huevos de pescado, y conglutinados por un cemento calcáreo. Cada grano encierra ordinariamente un pequeño núcleo de arena, alrededor del cual se han colocado capas concéntricas de materia calcárea. Estos granos son generalmente ovoides y de un grosor variable, desde el de un grano de mijo hasta el de un guisante. Esta caliza es de ordinario amarillenta y de solidez muy variable.

La *caliza compacta* tiene el grano excesiva-

mente fino y muy apretado, la apariencia homogénea, y presenta muchas variedades. Su rotura es desigual y áspera al tacto. Unas veces es fragmentaria y fácil de romper, y otras de una dureza notable. Su color es amarillento, azulenco, gris ó negro. Esta especie está muy difundida, encierra muchos fósiles, y es alguna vez susceptible de tomar un buen bruñido.

La *caliza oolítica* y la *caliza compacta* forman la *caliza* llamada *jurásica*, porque están compuestas de ella casi todas las montañas del Jura. Este terreno es uno de aquellos que llegan á la más grande potencia y á la mayor elevación. En algunos parajes su potencia llega á 700 metros, y se extiende desde las montañas de Corbière al Sur de Narbona, hasta la Rochela, y se ha calculado que las superficies que ocupa en Francia, componen 10.500,000 hectáreas.

La *caliza sacaroide*, así llamada porque su textura se parece á la del azúcar, es un mármol de textura cristalina ó semicristalina, de rotura escabrosa, más dura que las otras calizas, unas veces estratificada, otras en masas informes, que toma un hermoso bruñido, mezclada con multitud de minerales que le imprimen todos los colores y matices, y forma toda especie de dibujos.

La *caliza silícea* está compuesta de carbonato de cal y de sílice, tan íntimamente mezclados, que no se pueden distinguir. Es tanto más dura y compacta, cuanto más predomina en ella la materia silícea; y cuando esta materia se halla en una muy fuerte proporción, la piedra despide chispas herida con el eslabón y cesa de hacer efervescencia con los ácidos. Esta caliza es á veces celulosa y hasta cavernosa, y los muros de las cavidades están cubiertos de cristales de cuarzo. Su color es blanco, gris ó amarillento.

La *caliza concheacea*, *conchil* ó *muschelkalk* es una caliza compacta, regularmente estratificada, á veces laminosa que parece enteramente compuesta de una pasta de conchas convertidas en polvo, la que en tiempo de su solidificación habría empastado gran número de conchas más ó menos rotas, y otras perfectamente conservadas. Su color ordinario es el gris de humo, y algunas veces el amarillento, verduzco ó rojizo. Cuando los pedacitos de conchas no son muy abundantes, su rotura es concoide ó plana; y cuando abundan mucho, es áspera. Entre sus capas se ven interpuestos algunos lechos de margá, arenosos y tenues. Esta caliza difundida en muchísimas comarcas, ocupa espacios que tienen generalmente poca extensión, en los que no

se ven montañas de grande elevación; y sus colinas tienen sus contornos redondeados, sus pendientes suaves, y terminan en mesetas. Sus capas son horizontales ó muy poco inclinadas. En los Vosgos tiene á un lado el asperón abigarrado, sobre el cual reposa en estratificación concordante, y al otro lado las margas irizadas. Se le halla cerca de Epinal, de Luxeuil, de Bourbonne les Bains, de Luneville, de Aube-
nas en Vivarais, entre Cahors y Labastide-Murat, en el cabo de Seine, en el pie del monte Faron, cerca de Tolon; en el Poitou, el Delfinado, el Jura, la Borgoña, etc. Las montañas de *muschelkalk* son muy semejantes por su forma á las de los terrenos del Jura. Las conchitas que con más frecuencia se encuentran en ellas, son: terebrátulas, encrinas, plagióstomos, avículas, belemnitas, turbinitas, entroques, etc. M. de la Bèche cuenta en ellas noventa y una especies de mariscos. También se han hallado en las mismas huesos de grandes lagartos, marcas de helechos y de fucoideas. Una variedad llamada *lumachele*, que es susceptible de tomar un hermoso bruñido, parece compuesta enteramente de conchas rotas, algunas de las cuales han conservado hasta su nácar brillante.

La caliza margosa ó *liais* es una mezcla de

caliza de granos finos y de arcilla. Cuanta más arcilla contiene, tanto más blanda y desmorable es, y fácil de ser alterada por los agentes atmosféricos. Sus hiladas son casi siempre horizontales ó muy poco inclinadas. Esta caliza no resuena á los golpes del martillo, no es susceptible de bruñido; la penetra fácilmente el agua, y forma hendeduras al secarse. Es caracterizada por la presencia de una concha llamada *grífeo arqueado*. También se hallan en ella entroques, terebrátulas, trilobos, madreporas, etc. En esta caliza se halla el mayor número de especies de mariscos y de minerales. Con una de sus variedades se fabrica la cal hidráulica y los cementos de Pouilly, y en ella es rara la sílice.

La *caliza grosera* ó *caliza morrillo*, es una roca de textura granosa, arenosa, floja, impura, mezclada de marga ocrosa, etc., que forma masas considerables, presenta hiladas numerosas, poderosas, horizontales, y cuya textura varía, desde la más fina y más compacta, hasta la más grosera. Su color es amarillento ó blanquecino. Su rotura es desigual y áspera al tacto, y contiene una gran cantidad de restos orgánicos, vegetales y animales; estos últimos, casi todos son marinos. De esta caliza son construídas ca-

si todas las casas de Paris, y la piedra de filtrar de los alrededores de esta ciudad es una variedad de ella.

Dureza de las rocas.

Nadie ignora que en las rocas es donde se hallan las principales dificultades cuando uno se ve obligado á excavarlas para poner los manantiales al descubierto. Las unas son más ó menos blandas y fáciles de romper, como las molasas, las margas, las cretas, los espejuelos, las calizas margosas, lacustres, madreporicas, etc.: otras son de una dureza mediana, como los asperones, las esquistas, las calizas oolíticas, etc.: y otras son muy duras, como los cuarzos, los mármoles, los gneis, los granitos, los pórfidos, los trapps, las almendrillas, las calizas síliceas, etc. No son bastantes unas cuantas líneas, ni aun algunos capítulos para hacer conocer la dureza relativa de las diferentes rocas, ni las situaciones probables de aquellas que se hallan debajo de tierra: este conocimiento no puede adquirirse sino con el estudio de tratados completos de geognosia, y con largas y multiplicadas observaciones hechas sobre el terreno mismo.

Terrenos de diferentes comarcas.

La mayor parte de nuestros departamentos no contienen sino poquísimas especies de terrenos. El que estudia la hidroscopia podrá, generalmente hablando, aprender su configuración sin salir de su departamento, porque ésta ha sido en todas partes sometida á las mismas leyes; y la forma de las alturas y la de las depresiones presentan pocas variedades importantes. Pero cuando se trate de estudiar en el mismo sitio y sobre grandes espacios la naturaleza y la disposición de los diferentes terrenos de que se ha hablado y se hablará en esta obra, será preciso que se traslade á comarcas que son las más de ellas muy distantes las unas de las otras. Por lo mismo, para estudiar las crestas sobre grandes extensiones, deberá explorar la Champaña; para el asperón abigarrado, los Vosgos; para las calizas, el Franco-Condado y los Alpes; para las margas, la Lorena; para los terrenos volcánicos, la Auvernia y el Vivarais; para los terrenos clismianos, la Provenza y la Alsacia; para los grandes hundimientos, la Carenta, el Lot y Vaucluse; para los grandes derrumbamientos, escurrimientos y subversiones, los Alpes y los Pirineos.

Especies de terrenos del departamento del Lot.

El que quiera ahorrarse viajes largos, y estudiar los terrenos en el espacio más reducido que sea posible, podrá explorar el departamento del Lot, en donde hallará en lugares, ya de mucha, ya de poca extensión, casi todas las especies de terrenos que se ven en Francia. Aunque la lista que sigue no contenga sino los nombres de los terrenos principales, y no presente las muchísimas subdivisiones, ni la designación de todos los pueblos en que aquellos se hallan, basta, sin embargo, para hacer ver que este departamento encierra más especies de terrenos que otro alguno, y que, por consiguiente, es el más propio para los estudios geológicos é hidroscópicos. Así pues, el que se dedique á la hidroscopia, hallará:

Los *granitos*, en Comiac, Sousceyrac, Senail-lac, Labastide-du-Haut-Mont, Bessiones, Laurese, Saint-Cirgues, Saint-Brésson, Felzins.

Los *gneis*, en Cognac, Teyssieu, Frayssinhes, Latronquière, Terrou, Molières, Aynac, Lacapelle-Marival, Banhac.

Los *pórfidos*, en Latronquière, Lacapelle-Marival, Srint-Brésson, Cardaillac, Planioles, Figéac.

Los *micasquistos*, en Frayssinhes, Labastide-du-Haut-Mont, Latronquière, Gorses, Terrou, Molières, Leyme, Aynac.

Los *trapps*, en Saint-Céré, Lacapelle-Marival, Saint-Brésson, Latronquière.

Los *cuarzos*, en Saint-Cirgues, Sabadel, Cardaillac, Felzins, Montredon.

La *serpentina*, en Cahus, Saint-Céré, Terrou (no explotada).

La *caliza sacaróide*, en el Bastit, Reilhac, Espédaillac.

Los *mármoles*, en Marmignac, Floirac, Loubressac, Saint-Médard-de-Presques, Saint-Simon, Capdenac (no explotados.)

Los *arcoses*, en Saint-Céré, Saint-Vincent, Terrou, Labathude, Saint-Médard-Nicourby, Cardaillac, Planioles, Figeac, Cuzac.

Los *asperones*, en Aynac, Leyme, Anglars, Cardaillac, Planioles, Saint-Perdoux; también son muy comunes en los cantones de Catus, Cazals y Gourdon.

Las *almendrillas* y los *conglomerados*, en Lacapelle-Marival, Saint-Brésson, entre Faycelles y Mombrun, en la parte del terreno intermedio que se extiende de la Dordoña al Lot.

Las *brechas*, en Luzech, Cabrerets, al pie de la mayor parte de las cuestas calcáreas, debajo de los desplomados.

Las *dolomías*, en Lacapelle-Mauroux, Bala-dou, Figeac.

El *terreno hullero*, venas de hulla que llegan rara vez á un decímetro de espesor, en y Tessieu, Saint-Vincent, Lacapelle-Marival, Le Bouisson, Fourmagnac, Cardaillac, Saint-Perdoux, Cadrieu (no explotadas).

La *caliza compacta*, en Souillac, Cahors, Vers, Bouziès, Saint-Cyn-la-Popie, Faycelles.

La *caliza de grifitas*, en Cahors, Mercuès, Mont-valent, Miers, Livernon, Assier, Lissac.

La *caliza ammonita*, en Lavergne, Alvignac, Belmont, Saint-Laurent-les-Tours, Boussac.

La *caliza de belemnitas*, en Alvignac, Assier, Béduer, Figeac.

La *caliza oólitica*, en Souillac, Saint-Denys, Carennac.

Las *calizas hoyosas y cavernosas*, en toda la parte central del departamento, que comprende diez cantones.

La *caliza celurar*, en Esclanzel, Caniac, Quisac, Espédaillac, Grialou, Issendolus, Saint-Médard-de-Presques, Saint-Jean-Lespinasse.

La *caliza concheácea*, en Gramat, en la mayor parte de terreno entre Cahors y Labastide-Murat.

Las *margas y cretas* en la mayor parte de los

pueblos de los cantones de Lalbenque y de Castelnau-Montratier.

La *arcilla*, muy extendida en los pueblos de Albignac, Padirac, Thègra, Lavergne, Mairinhac-Lentour, Bios, Saignes, Aynac, Rueyres.

El *mineral de hierro*, abundantemente difundido en los cantones de Catus, Cazals, Salviac, Gourdon, Souillac.

La *caliza grosera*, en Catus.

La *caliza silícea* en casi toda la parte occidental del departamento.

El *espejuelo*, algunos depósitos en los cantones de Castelnau-Montratier.

El *terreno clismiano*, en las inmediaciones de Bretenoux, de Vayrac y de Gourdon, sobre las mesetas de los cantones de Catus, de Saint-Géry, de Lauzès de Labastide-Murat, de Limogne, de Livernon.

La *caliza lacustre*, cerca de Castelnau-Montratier.

El *terreno volcánico*, un terromontero á dos kilómetros al Sur de Lacapelle-Marival.

Las *tobas*, en Antoire, Saint-Michel-Loubéjon, Lacapelle-Marival, Fons, Cajarc, Saint-Sulpice, Corn.

Los *terrenos de transporte recientes*, en todas las llanuras que forman el fondo de los valles

y vallecitos, y cubren á menudo los terrenos clismianos.

La *turba*, en Souillac, Latronquière.

Los *hundimientos* y *desplomes de terreno*, en Flaujac, Rilhac.

Derrumbamientos y *resbalamientos de terreno*, en Carennac, Mézels Gintrac, Lavergne, Saint-Michel-Loubéjon, Saint-Médard-de-Presques.

Después del departamento del Lot, los que encierran más especies de terrenos son, primero el Aveyron, y en seguida el Gard.

CAPÍTULO VI.

EXAMEN DE LAS ALTURAS.

Para penetrarse bien de todas las denominaciones que se acaban de explicar, y hacer una aplicación axacta de ellas todas las veces que se presente la ocasión, no basta leerlas con atención, ni aplicarlas de memoria á terrenos conocidos: debe indispensablemente el lector recorrer y examinar bien y detalladamente muchas montañas y colinas, valles y vallecitos de su

comarca. Si su departamento se compone de muchas especies de suelos; si, por ejemplo, una parte es granítica, otra calcárea, otra arcillosa, etc., no siendo la configuración de un terreno semejante á la de otros, debe por lo menos estudiar dos ó tres en cada calidad de suelo.

El que quiera acumular, en sus viajes geológicos, el mayor número posible de observaciones útiles, y hacer que no se le escape ninguna de importancia, deberá ante todo estudiar y guardar en su memoria los consejos que se nos dan en las obras de nuestros más experimentados geólogos que han viajado, á saber: La *Agenda* de Saussure, que se halla á continuación de sus *Viajes en los Alpes*; la *Guía del geólogo viajero*, por M. Boué, dos volúmenes en 12º, y el *Arte de observar como geólogo*, por M. de la Bèche, un volumen en 8º, traducido del inglés por M. de Collegno.

Hay en Francia una cordillera principal que separa las aguas entre el Océano y el Mediterráneo. Esta cordillera, después de haber atravesado el Asia y la Europa, entra en Francia por el pueblo de los Rousses (Jura), sigue á poca diferencia la frontera hasta Verrières-de Joux (Doubs), de donde vuelve á Suiza. Entra otra vez en Francia cerca de Ferrette, y atraviesa

nuestros departamentos en el orden siguiente: El Alto Rhin, los Vosgos, la Alta Marne, la Côte-d'Or, Saône-et-Loire, el Ródano, el Loire, l'Ardeche, la Lozère, el Gard, el Aveyron, el Hérault, la Alta Garona, el Aude, el Ariège y los Pirineos Orientales; de allí va siguiendo la cumbre de los Pirineos y sirve de frontera hasta más arriba de Saint-Béat (Alta Garona), en donde entra en España. El estudio de esta grande cordillera no tiene importancia sino para aquellos que deben descubrir manantiales no lejos de su cima.

En cada departamento puede considerarse como cordillera principal aquella que lo atraviesa enteramente; así, en el departamento del Lot hay dos cordilleras de montañas ó crestas elevadas, que van del Este al Oeste, y sirven para dividir las aguas entre sus ríos. La principal de estas crestas, la que reparte las aguas entre el Lot y la Dordoña, viene del Cantal y llega al departamento en Labastide-du-Haut-Mont, pasa á Latronquièrre, á Saint-Médard-Nicourby, á Bouxal, á Puy-les-Martres, á Sonac, á Flaujac, á Reilhac, á Lunegarde, á Fontanes, á Labastide-Murat, á Monmatel, á Montgesty, á Gindou, á Cazals, y por fin á Boissière, en donde entra en el departamento de la

CAPÍTULO XI. *Agua 102. PONTIAC. MEXICO*OPINIONES ERRÓNEAS SOBRE EL ORIGEN DE LOS
MANANTIALES.

Antes de establecer el modo con que se forman los manantiales y corren por debajo de tierra, creemos no será inútil exponer algunas de las opiniones erróneas que ha habido sobre este particular. Los antiguos y los más de los modernos que escribieron antes del siglo déci-moctavo, no nos han dejado más que hipóte-sis, ó sistemas tan desprovistos de pruebas sa-tisfactorias, que uno no puede menos de quedarse profundamente admirado de que la verdad ha-ya tardado tanto en ser conocida. Voy á dar un breve análisis de los principales escritos que contienen estas aberraciones, sin detenerme á refutar cada una de ellas en particular, espe-rando que lo serán suficientemente con lo que se dirá en el capítulo siguiente y en todo lo res-tante de este tratado.

PLATÓN, en su diálogo intitulado *Pedon*, di-ce que todos los ríos caudalosos van á parar á una vasta abertura que atraviesa toda la tierra,

y se llama el Tártaro, de donde salen todas las aguas que van á formar en diferentes lugares los mares, los lagos, los ríos y las fuentes; que las cuatro principales salidas de este abismo son: el Océano, el Alqueronte, el Piriflegéton y el Cocito; y que en seguida todas estas aguas vuelven por diferentes caminos al Tártaro, de donde habían salido.

ARISTÓTELES piensa que el frío que reina siempre en las cavernas de la tierra condensa el aire y lo resuelve en agua, y esta agua forma los ríos y las fuentes; que así como los vapores que el sol atrae á lo alto se convierten en humedad, y uniéndose sus partes, forman gotas que caen en forma de lluvia, así también los vapores que hay dentro de la tierra, se resuelven en humedad con el frío; forman gotas de agua que se unen entre sí, fluyen en seguida y producen las fuentes, los ríos no caudalosos y los caudalosos: cree además que debajo de la tierra hay grandes lagos que pueden abastecer de aguas á los ríos y fuentes.

EPICURO, en su carta á Pitocles, dice que las fuentes pueden provenir de una cantidad de agua acumulada en su manantial, y suficiente para hacerlas manar continuamente; ó pueden formarse con aguas que, viniendo de lejos y co-

rriendo en pequeños hiletes, se reúnen continuamente en el lugar donde se hallan sus manantiales.

SÉNECA, que entre todos los antiguos es el que ha hablado con más extensión sobre el origen de las fuentes, cree que dentro de la tierra hay grandes concavidades llenas de aire; que este aire, no teniendo ningún movimiento, es convertido en agua con motivo de la profunda obscuridad y del mucho frío que reinan en aquellos lugares, y esto produce la corriente continua de las fuentes y de los ríos; y que este cambio se verifica de la misma manera que sobre la tierra, en donde el aire que hay en los lugares inhabitados y húmedos, se convierten en agua. Cree además que ciertas partes de tierra se convierten en agua.

PLINIO el Naturalista, sin pararse en explicar cómo las aguas se hallan dentro de las montañas, se ocupa en señalar las causas que las elevan hasta sus cumbres: estas causas son el viento que las empuja arriba, y el peso de la tierra, que, cargando sobre el agua, la hace subir. TALES, según dice Séneca, era de la misma opinión.

José Julio SCALÍGER dice que al principio la tierra era exactamente redonda y rodeada de

una masa de agua que tenía en todas partes un igual espesor; que Dios ahondó ciertas partes de la tierra para colocar allí los mares, y con la tierra y demás que sacó de sus hoyas formó las montañas, en las cuales quedaron cavernas y concavidades; que el agua, quitada de su puesto por estas nuevas masas, fué obligada á elevarse sobre el nivel que era natural, y así pesó sobre las aguas inferiores que, hallando en la tierra aberturas y canales, subieron hasta los desembocaderos de los manantiales que ellas hicieron fluir, y que así fueron producidos todos los manantiales y fuentes de la tierra.

Jerónimo CARDÁN es de opinión que la causa principal que engendra el agua debajo de tierra es el aire, que se convierte fácilmente en agua; que la impetuosidad del flujo del mar empuja ciertas aguas dentro de la tierra, las hace pasar á través de muchas especies de terrenos, y de este modo produce mantiales de agua dulce; y que las lluvias, las nieves, los rocíos de las mañanas de verano y las escarchas de invierno, también contribuyen mucho á la formación de los manantiales.

D'OBRZENSKI de Nigro-Ponte, en su *Tratado de la nueva filosofía*, impreso en Ferrara en 1657, admite la transmutación del aire en agua

y el flujo del mar como causa principal de los manantiales; pero añade que esa cantidad prodigiosa de agua que á cada momento es engullida dentro de cavernas espaciosas, como por ejemplo las de Caribdis y de Scila, no entra inútilmente en la tierra y sin pasar á algunos otros parajes, como son las fuentes; y que las aguas de todas las fuentes tienen un gustillo de sal que aumenta á medida que están más cerca del mar.

Juan Bautista VAN-HELMONT, en el tratado que intituló *Principios inauditos de física*, nos representa el núcleo de la tierra como enteramente compuesto de arena pura, mezclada en todas sus partes con una cantidad inagotable de agua, y cubierta de una simple corteza de tierra, de piedras y de ciertas vetas de esta arena que en algunos parajes se prolongan hasta la superficie de la tierra. Según él, esta arena es la criba ó el filtro por el cual la naturaleza clarifica los tesoros inagotables de sus fuentes para el uso del universo; y tiene una virtud vivificante que da á las aguas, todo el tiempo que permanecen en ella, un movimiento general, pero exento de las leyes de situación alta ó baja, de manera que se mueven indiferentemente hacia cualquier parte de esta arena.

Todas las partes de esta arena, aun aquellas que se elevan hasta la superficie de la tierra y hasta las cimas de las montañas, tienen esta propiedad vivificante, y dan en todos los lugares aguas vivas, que los calores del verano no pueden disminuir; pero desde el momento en que las aguas han salido de esta arena, pierden esta propiedad, están ya sujetas á las leyes de la gravedad y obligadas á correr sobre la tierra por los lugares más bajos, hasta que lleguen dentro del mar. De la misma manera, en el cuerpo humano la sangre que está en la cabeza ó en los pies, circula indiferentemente lo mismo hacia arriba que hacia abajo, pero tan luego como ha salido del cuerpo, debe sujetarse á las leyes de gravedad. Las aguas del mar penetran continuamente su fondo para bajar hasta esta arena pura, y para reemplazar las que salen en todos momentos.

LYDIAT, académico inglés, en un tratado que hizo imprimir en Londres en 1605, atribuye el origen de los ríos al mar, de donde sacan sus aguas por diferentes canales y numerosos veneros que hay debajo de tierra. Y sostiene que, así como el calor del sol resuelve el agua del mar en vapores y la eleva hasta la región media del aire, así también el calor que existe

dentro de la tierra, resuelve en vapores las aguas que hay en ella, y las eleva hasta las cimas de las montañas, en donde forman las fuentes y los ríos.

Pedro DAVITY, en su libro intitulado *Imperio del mundo*, impreso en 1637, cree que las fuentes vienen del mar, porque no puede creer que pueda éste recibir tantas aguas sin desbordar, ni que el sol ni el viento puedan hacer evaporar tanta cantidad de agua como en él entra. Siendo la tierra redonda y llena de aberturas y canales, el mar con su peso inmenso empuja sus aguas dentro de esos canales y las hace subir á lo alto de las montañas. Además, los vapores de la tierra, condensándose dentro de las concavidades, pueden convertirse en agua y unirse á las del mar para hacer que sean los manantiales más abundantes.

DESCARTES, en su libro de los *Principios de la filosofía*, expone su sistema sobre el origen de los manantiales de la manera siguiente: debajo de las montañas hay grandes cavidades llenas de agua que el calor eleva continuamente en vapores. Estos vapores se deslizan por todos los poros de la tierra y llegan hasta las más altas superficies de los llanos y de las montañas, en donde producen las fuentes, cuyas

aguas, corriendo sobre el declive de los valles, se reunen, forman ríos y bajan al mar. Dentro de la tierra hay muchos y grandes conductos, por los que pasa tanta agua del mar hacia las montañas, cuanta sale de las montañas y vuelve al mar. El modo con que circula el agua dentro de la tierra es el mismo con que circula la sangre dentro del cuerpo de los animales, donde pasa sin cesar y rápidamente de las venas á las arterias y de las arterias á las venas. Aunque el agua del mar sea salada, no lo son las fuentes, porque las partículas de agua de mar, que son blandas y flexibles, se convierten fácilmente en vapores y pasan por los caminos tortuosos que hay por entre los granitos de arena; en vez de que las aguas de que se compone la sal, como son duras é inflexibles, son elevadas con más dificultad por el calor, y no pueden pasar de ninguna manera por los poros de la tierra.

Nicolás PAPIN, médico de Blois, hizo un tratado del *origen de los manantiales*, impreso en Blois en 1647, en el cual dice que el mar es el verdadero origen de los manantiales y de las fuentes; que al principio del mundo fué creado un *espíritu concretivo* que tiene la virtud de juntar y apretar los cuerpos á los cuales está uni-

do, principalmente los líquidos, y hacerles tomar una forma esférica; que las aguas del mar, apretadas por la fuerza de este espíritu, toman una redondez tal, que en los puntos en que el Océano tiene más anchura, su convexidad representa á poca diferencia un medio globo puesto sobre el de la tierra; que hacia el centro tienen ellas mucha mayor elevación que las más altas montañas del mundo, y que á estas aguas, así elevadas en medio del Océano, les es fácil hacer subir otras por los canales subterráneos hasta lo alto de las montañas.

Juan Bautista DUHAMEL, en su *Libro de los meteoros*, impreso en Paris en 1660, distingue dos especies de fuentes: unas que dejan de manar en verano, y tienen por principio las aguas de la lluvia y de la nieve, y otras que manan siempre, y provienen de las aguas del mar, las que por conductos subterráneos se difunden por todas partes sobre la superficie de la tierra. Estas aguas pierden su gusto salado pasando por diferentes tierras, y son elevadas en vapores hasta lo alto de las montañas por el calor que siempre hay en la región media de la tierra; y estos vapores deben elevarse fácilmente dentro de los conductos de la tierra que son estrechos y les impiden bajar, puesto que se elevan en el aire que es fluido y siempre en movimiento.

Por no incurrir en repeticiones fastidiosas no continuaré más el análisis de los autores que han adoptado y sostenido opiniones análogas á las que acabo de citar, por la razón de que todas son, á poca diferencia, las mismas, y están apoyadas sobre los mismos raciocinios. Los que quisieren conocer á fondo estos sistemas, pueden ver las obras que he citado, no menos que las siguientes:

Mundus subterraneus, 2 vol. en fol., por Kircher, 1678.

De origine fontium, por Robertum Plot: 1 vol. en 8º: Oxonii, 1696.

Théologie de l'eau, por Fabricius: 1 vol. en 8º: Paris, 1743.

Traité de physique, por Rohault: 2 vol. en 12º: Paris, 1676.

Indications sur l'origine des fontaines et l'eau des puits, por Kulm: 1 vol. en 4º Bordeaux, 1741.

Architecture hydraulique, por Belidor: 4 vol. en 4º: Paris, 1737.

DIRECCIÓN GENERAL

CAPÍTULO XII.

RESPUESTAS Á LAS OPINIONES SOBRE EL ORIGEN
DE LOS MANANTIALES.

Algunas de las opiniones que acabo de exponer llevan en sí mismas tal grado de inverosimilitud, que todo lector un poco instruído ha visto ya su falsedad, y sería perder tiempo detenerse en discutir las: tal es la opinión de aquellos que han pretendido que el agua debajo de tierra está exenta de las leyes de gravedad, y que sube ó baja indistintamente como la sangre dentro del cuerpo humano; y todavía es más inverosímil la de aquellos que para la conservación de los manantiales han imaginado que el aire y la tierra se convierten en agua. Exponer tales opiniones es lo mismo que refutarlas; pero hay una que, como hemos visto, ha sido sostenida por cierto número de físicos de nombradía que la han apoyado con razones más ó menos especiosas, y que por lo mismo merece que la discutamos seriamente: esta es la que atribuye al mar el origen de los manantiales.

Al considerar los sabios los manantiales sin

número que en todos los países se ven salir de la tierra, reunirse, formar arroyos, ríos medianos y ríos caudalosos que tantos siglos hace vierten sus aguas en el mar sin hacerlo rebosar ni siquiera elevar su nivel, han sacado todos ellos la consecuencia de que el mar debe enviar otra vez una parte de sus aguas dentro de las tierras para producir en ellas los manantiales. Hallándose de acuerdo sobre este punto, no lo están sobre los medios que emplea la naturaleza para transportar estas aguas y difundirlas sobre todos los continentes.

Los unos han dicho que la tierra es bastante porosa para transmitir las aguas desde el mar hasta el medio de las tierras, puesto que una infinidad de pequeños canales parten del fondo del mar y van á alimentar los manantiales; los otros han pretendido que todos los continentes están atravesados en su interior de innumerables y vastos canales, que, partiendo del mar, se dividen y subdividen en una infinidad de arroyos que van á alimentar sobre la tierra cada uno su manantial; otros, por fin, sostienen que sólo las lluvias y los otros meteoros acuosos que caen sobre los continentes mantienen los manantiales. Esta opinión que es la mía, la expondré en el capítulo siguiente.

Para rebatir la opinión de aquellos que creen que el agua del mar va á alimentar los manantiales por vías subterráneas, estableceré y resolveré brevemente las tres cuestiones siguientes:

1ª ¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

2ª Puede el agua del mar subir hasta los manantiales, puesto que salen éstos de tierra en todas alturas desde un metro hasta muchos millares de metros?

3ª Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra y producir manantiales de agua dulce?

PRIMERA CUESTIÓN.—¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

Los autores que han defendido la existencia de pequeños canales subterráneos, han atribuído á la tierra una porosidad universal que no tiene; porque es generalmente sabido que los terrenos impermeables forman la mayor parte de su masa, y que por lo común es ésta bastante compacta para conservar cualquiera cantidad de agua en su hoya. Si se quiere suponer por un momento esta grande porosidad, se ve uno obligado á admitir que toda la tierra es atrave-

sada por tantos pequeños canales como manantiales hay en su superficie; que estos pequeños canales parten del mar, siguen paralelamente sin echarse jamás el uno dentro del otro, disminuye su número á medida que adelantan, y cada uno de ellos se para á la boca del manantial que alimenta. Síguese también, que cerca del mar estos pequeños canales son incomparablemente más numerosos y menos profundos que en las montañas que están distantes de él.

Sin embargo, se observa todo lo contrario; los manantiales son, por lo general, más numerosos, más abundantes y menos profundos en los países de montañas que hacia las orillas del mar; y que muchísimos pozos que en esta parte se han abierto, hasta á muchas docenas de metros más abajo que su nivel, no han encontrado el más pequeño hilete de agua. He dicho que estos pequeños canales, aunque marchen muy cerca los unos de los otros, no deben echarse jamás el uno dentro del otro; porque, si esto sucediera, aquel cuya boca se hallase más baja, recibiría toda el agua, y el otro se quedaría en seco, lo mismo que su manantial. Es verdad que se ven desaparecer algunos manantiales; pero jamás se ha visto que un manantial haya doblado de repente su volumen. Así, pues,

estos innumerables hiletos de agua, que parten del mar y atraviesan las tierras para alimentar cada uno su manantial, no están probados por ningún hecho, y han sido imaginados gratuitamente.

Los autores que han sostenido que las aguas del mar son conducidas dentro de las tierras por canales muy grandes, han citado como sumideros absorbentes Scila, en las costas de Calabria; el Maël-Stroom, cerca de la costa de Noruega, y como canales conductores, algunas cavernas dentro de las cuales se ven efectivamente arroyos, y por fin, centenares de cuevas que se hallan siempre en seco.

Scila no es más que una vastísima caverna á flor de agua que penetra horizontalmente por debajo de tierra hasta 160 metros, dentro de la cual entran con gran ruido las aguas del mar todas las veces que el viento las empuja, y salen de allí al momento que el viento cesa.

El Maël-Stroom no es una caverna que absorba el agua del mar y la conduzca dentro de las tierras; es un simple remolino ó torbellino¹

1 Los que no han visto un torbellino semejante dentro del mar, pueden formarse una idea del Maël-Stroom con los pequeños torbellinos que se forman en muchos lugares de nuestros ríos. «Se ve á menudo (dice *Buffon*, tomo II, pág. 44) en los ríos rápidos, en el lugar en que cae el agua, más

de agua de siete ú ocho leguas de diámetro y de una profundidad considerable. Todas las veces que el viento del Noroeste está opuesto á la corriente producida por la marea montante, la masa de agua que hay entre las islas de Wero y de Laffouren, toma un movimiento circular muy rápido, y forma en el medio un abismo abierto, dentro del cual son irresistiblemente arrastrados, engullidos y hechos pedazos todos los barcos que tienen la desgracia de entrar en el círculo de este torbellino. A la marea baja cesa el remolino, aplánase el mar, lo atraviesan los barcos tranquilamente y se ven sobrenadar los destrozos de los objetos que fueron engullidos.

Para que los arroyos que se ven en ciertas cavernas pudiesen apoyar la opinión de los partidarios de la circulación subterránea, deberían éstos probar: 1º La continuidad de los canales hasta el mar, aun cuando éste se halla á centenares de leguas; porque la longitud que se les

«allá de la parte de los pilares de un puente hacia abajo, que
«se forman pequeños sumideros ó torbellinos de agua, cuyo
«centro parece estar vacío y formar una especie de cavidad
«cilíndrica en torno de la cual el agua da vueltas con rapidez;
«esta apariencia de cavidad cilíndrica es producida por la
«fuerza centrífuga, la que hace que el agua procure alejarse,
«y se aleje en efecto del centro del torbellino causado por el
«movimiento circular.»

conoce es siempre muy mínima si se la compara á la que debieran tener para extenderse hasta el mar. 2º Que estos arroyos y cavernas existen en todos los distritos en que hay manantiales; sin embargo, no se hallan sino en los terrenos calizos y margosos, que son precisamente los más desprovistos de manantiales visibles. 3º Que todos se dirigen hacia el mar y no presentan, como lo hacen, toda especie de direcciones. 4º Que no pueden provenir de las montañas superiores. 5º Que se hallan más bajos que el nivel del mar, para que las aguas de éste puedan bajar á ellos; y esto es lo que nunca se probará con hechos auténticos.

Por lo que toca á las cavernas que están á secas, y que son incomparablemente más numerosas que las que son seguidas ó atravesadas por arroyos subterráneos, ¹ el solo estado de sequedad de ellas muestra evidentemente que no sirven de ningún modo para conducir el agua del mar dentro de las tierras. Es cierto también que las cavernas que se descubren de tiempo en tiempo, y que terminan en sus dos extremidades en rocas sólidas y sin ningun-

¹ «Hay muy pocas cavernas que, formando estas largas galerías, den paso á arroyos subterráneos. De Malbos, *Bulletin de la Société géologique*, tomo X, pág. 354.

na salida, nunca han podido servir para que pasasen por ellas corrientes de aguas.

Si el mar alimentase los manantiales, éstos darían invariablementé la misma cantidad de agua, porque el mar no sube ni baja según las estaciones. No obstante, todos los manantiales aumentan en los tiempos de lluvia, y disminuyen en tiempos de sequedad. No hay uno siquiera que no experimente alternativamente algún pequeño aumento ó disminución, y muchos hay que hasta quedan enteramente secos; luego el mar no alimenta estos manantiales, y menos aún los que se secan.

SEGUNDA CUESTIÓN.—¿Puede el agua del mar subir hasta los manantiales que salen de la tierra en todas alturas, desde un metro hasta muchos millares de metros?

Después de haber amontonado suposiciones sobre suposiciones para establecer la existencia de estos innumerables canales destinados á conducir las aguas del mar dentro de las tierras, los partidarios de la circulación subterránea no han sido más felices cuando han querido explicar cómo estas aguas pueden elevarse debajo de tierra hasta los más altos manantiales que se ven en las montañas. Los unos, como acabamos de ver, han dicho que estas aguas eran

elevadas dentro de los canales subterráneos por el flujo del mar;—pero en las más altas mareas el flujo no eleva las aguas del Océano sino en unos diez metros, y sólo en algunos decímetros las aguas de los mares que se hallan dentro de las tierras, como el Mediterráneo, el mar Báltico, el mar Negro, el mar Caspio, etc. Los otros han pretendido que el núcleo de la tierra está compuesto de una arena pura que por su grande capilaridad eleva hasta los manantiales las aguas de que está impregnada:—en los tubos capilares mejor contruídos el agua no se ha elevado jamás á 32 pies, y nunca ha fluido por sus orificios posteriores. Otros han sostenido que unos vientos se introducen en los canales subterráneos y empujan las aguas que en ellos se hallan, hasta la superficie de la tierra:—si los canales parten de debajo del mar como ellos dicen, los vientos no pueden introducirse en ellos para hacer subir las aguas, y sería preciso que hubiese debajo de tierra tantas corrientes de aire como de agua; y que estas corrientes de aire fuesen continuas y su acción bastante poderosa para empujar las columnas de agua á muchos millares de metros de elevación. Otros han imaginado que la tierra ejerce sobre las aguas que están contenidas dentro de los cana-

les subterráneos una presión que las fuerza á elevarse y derramarse fuera de tierra:—las bóvedas de estos canales, por lento que fuese su movimiento descendente, se habrían hundido mucho tiempo.hace. Otros, por fin, han sostenido, que las corrientes de agua subterráneas son empujadas fuera de tierra por el calor interior del globo:—en esta suposición todos los manantiales deberían ser termales.

Uno de los principios más incontestables de la hidrostática, y que por sí solo destruiría todas estas hipótesis si ellas no fuesen de ningún valor por falta de pruebas, es que *todas las partes de un mismo liquido están en equilibrio entre sí ya sea dentro de una sola vasija, ya dentro de muchas que comunican unas con otras*. Considerando el mar como un vasto estanque, y todos los canales que se suponen debajo de tierra como vasijas que están en comunicación con él, las aguas de estos canales podrían muy bien ponerse en equilibrio con las del mar, pero no podrían elevarse más arriba de su nivel. Otros han supuesto que las aguas subterráneas eran, ante todo, convertidas en vapor, y después empujadas arriba por el calor interior del globo, y como el agua no puede convertirse en vapor sin un espacio capaz de contener á lo menos

800 veces su volumen, han supuesto debajo de todos los continentes inmensas cavernas, á cuya bóveda van á pegarse, enfriarse y condensarse como en las cucúrbitas de nuestros alambiques, y derramarse afuera bajo la forma de manantiales.

Los manantiales de Vaucluse, del Loiret, de la Touvre cerca de Angulema, y de Louysse cerca de Souillac (Lot), que forma cada uno de ellos un río de una veintena de metros de agua corriente, parecen ser otra cosa que simples respiraderos que exhalan cada uno los vapores de una caverna que no podría tener menos de diez ó doce leguas de diámetro. ¡Qué capacidad dentro de estos innumerables alambiques! ¡Qué regularidad en todas las cucúrbitas y en todos los picos que conducirían las aguas afuera! Así, pues, todos estos vastos alambiques, el calor que mantiene sus funciones, el frío que condensa los vapores, la perfecta regularidad de todas las cucúrbitas y de sus salidas, no son más que puras suposiciones imaginadas para explicar cómo el agua del mar puede elevarse hasta los manantiales que se hallan todos más altos que su nivel.

Es verdad que se ven cierto número de manantiales que salen de tierra con un movimien-

to ascensional. Los más considerables suben del fondo de un pozo natural y casi vertical, como los manantiales del Gourg cerca de Souillac, de Lantoy cerca de Cajarc, de Touzac cerca de Puy-le-Evêque (Lot), etc., y los de poca fuerza salen de tierra borbotando y levantando la arena; pero es fácil convencerse que esta especie de manantiales no se elevan de abajo arriba sino porque vienen de terrenos más elevados, y su canal va siempre bajando desde el punto de partida hasta el fondo del hueco en donde toman el movimiento ascensional para derramarse afuera; cuyo movimiento es determinado, como en los surtidores, por la presión que ejerce lateralmente la columna de agua descendente sobre la columna ascendente. En todos los lugares en que se ha querido seguir el curso de uno de estos manantiales haciendo una zanja hacia la parte de arriba, se ha visto que provenía de los terrenos superiores, y que su conducto iba subiendo. Es de notar que es siempre una roca ó una capa impermeable, que forma un atajo, la que detiene estos manantiales y los obliga á ir hacia arriba para salir de tierra.

Cuando se descubre un manantial y se le conduce afuera y lejos de su canal natural, se ve muchas veces secarse la fuente que está más aba-

jo; porque siendo el manantial interceptado más arriba, no puede ya salir más abajo; pero no se ha visto jamás, que un manantial que sale de tierra en un terreno superior, haya cesado de fluir porque se ha cortado un manantial en el terreno inferior. Millares de galerías se han practicado debajo de tierra para extraer metales, carbón, sal, piedras, etc., que han llegado á más de mil metros de profundidad,¹ y se han extendido horizontalmente á distancias mucho mayores: se han horadado de parte á parte gran número de montañas macizas para establecer allí los túneles de los ferrocarriles, para abrir canales y caminos; y también se han abierto millones de pozos ordinarios. En estas diferentes excavaciones se han hallado á menudo corrientes de agua, algunas veces muy abundantes; pero ni una se ha interceptado jamás, que tuviese un movimiento ascensional y que haya hecho secar las fuentes de los terrenos superiores.

La persuasión de que todos los manantiales provienen de los terrenos superiores y que ellos bajan en el mismo sentido que la superficie del suelo, está tan generalmente difundida que,

1 En Kuttenberg (en Bohemia), en Kitzpuhl (en el Tirol), en Freyber (en Sajonia), etc.

guiada la gente del campo por el solo sentido común, cuando quieren cortar un manantial conocido, lo buscan en el terreno superior, y nunca van á practicar la excavación en el terreno inferior. Para creer que las corrientes de agua debajo de tierra van subiendo, ha sido preciso que hubiese hombres de sistemas, tales como Cardan, Papin, Davity, etc.

Para sostener que el agua del mar va á formar los innumerables manantiales visibles é invisibles que se hallan esparcidos por todos los continentes, los inventores de los canales subterráneos se ven obligados á suponer, que hay debajo de tierra una vasta red de ríos grandes y pequeños, de arroyos y de hiletos de agua que parten del mar, se dividen y se ramifican al infinito para ir á derramar sus aguas por todas partes; que estas corrientes de agua son á poca diferencia tan grandes, tan largas y tan ramificadas como las que se ven en la superficie de la tierra; pero con la diferencia de que sobre la tierra los pequeños vierten sus aguas dentro de los grandes, mientras que debajo de tierra son los grandes los que descargan dentro de los pequeños. Como el agua no puede correr sobre un plano perfectamente horizontal, se ven obligados también á admitir que esos ríos, caudalo-

sos ó no caudalosos, y esos arroyos subterráneos tienen una pendiente que va desde las orillas del mar hasta debajo de las montañas. Suponiendo que esta pendiente sea á poca diferencia la misma que la de las corrientes de agua de la superficie de la tierra, se seguirá que, al llegar las aguas del mar debajo de las montañas que tienen por ejemplo sus manantiales visibles á 2,000 metros sobre su nivel, las corrientes de agua subterráneas se hallarán á 4,000 metros debajo de estos manantiales; y según aquellos que suponen que los ríos subterráneos parten del fondo del mar, al llegar sus últimas ramificaciones debajo de las altas montañas, se hallarán á una profundidad de siete ú ocho mil metros. ¹ Así, pues, las aguas deberían elevarse á toda esta altura para llegar á alimentar nuestros manantiales.

TERCERA CUESTIÓN.—Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra, y producir manantiales de agua dulce?

No se puede admitir la opinión evidentemente falsa de aquellos que han sostenido que to-

1 El máximo de profundidad de los mares es, según M. Rivière [*Geol.*, cap. III] de unos 4,000 metros. Según M. de Labèche [*Manual geol.*, secc. 1] y M. Baudrimont [*Geol., nociones gener.*] sería de 3,200 á 4,800 metros.

dos los manantiales son salados, y que su sabor salado aumenta á medida que se acercan al mar, puesto que en las mismas orillas del mar todos los manantiales que se hallan sobre su nivel, son tan dulces como los que salen muy lejos: las hoyas llenas de agua que se han hallado en el seno de las montañas, no han presentado ningún indicio de comunicación con el mar; y las aguas que contienen son dulces, y se las ve constantemente llegar de los terrenos superiores. Ni menos puede admitirse la opinión de aquellos que han pretendido que el agua del mar se desprende de todas sus sales al atravesar las tierras; porque está probado por muchísimos experimentos, que si bien se ha podido suavizar su amargor con filtraciones reiteradas al través de diferentes materias arenosas, no se ha podido sin embargo desalarla enteramente. Asimismo debe desecharse el parecer de aquellos que pretenden que el agua salada, elevándose en vapores del fondo de los conductos subterráneos, deja en ellos todas las sales de que está impregnada; porque este transporte de la sal del mar adentro de las tierras tendría por efecto: 1º, desalar poco á poco todos los mares; sin embargo, muchos siglos hace que se hacen observaciones sobre el sabor salobre de las aguas

del mar, y hasta ahora no se ha observado que el tal sabor haya disminuído en manera alguna; 2º, esparcir esta sal en todos los lugares en que hay manantiales; no obstante, en toda la Francia, donde los manantiales son innumerables, y donde se han hecho tantas y tan profundas excavaciones, no se han encontrado sino cuatro ó cinco depósitos de sal gemma ó de terrenos salíferos, todos de muy poca extensión, y situados en el Franco-Condado y en la Lorena; 3º, los depósitos de sal de que se hubieran desprendido las aguas del mar, ya por destilación, ya por filtración, habrían obstruído mucho tiempo hace todos los canales, llenado todos los alambiques subterráneos, y por consiguiente hecho cesar todos los manantiales.

Los experimentos de Marsigly, de Halley y de Halès establecen, que una libra de agua del mar tiene en disolución cuatro dracmas de sal, es decir, un treintadosavo de su peso: así, 32 libras de agua producen una libra de sal, y 64 darían dos. Pesando 70 libras el pie cúbico de agua (para facilitar el cálculo pueden contarse solamente dos libras de sal en estas 70 libras), cada pie cúbico de agua dulce que llega á un manantial ha depositado por consiguiente debajo de tierra dos libras de sal: ahora bien, si

por debajo del puente Real, en Paris, según el cálculo de Mariotte, pasan cada veinte y cuatro horas 288.000,000 de piés cúbicos de agua, esta cantidad de agua habrá depositado debajo de tierra 576.000,000 de libras de sal. Sin embargo, como muchos de los que sostienen la circulación interior del agua del mar confiesan que las lluvias aumentan las aguas de los ríos, puede este producto reducirse á la mitad, y en este supuesto el agua del Sena dejará todavía diariamente dentro de las entrañas de la tierra 288.000,000 de libras de sal, y tendremos más de cien mil millones de libras de sal por año. Pero ¿qué es el Sena comparado con todos los ríos de Europa, y, en fin, del mundo entero? ¿Qué acumulación prodigiosa de sal habrá, pues, formado en los canales subterráneos la masa inmensa de agua que los ríos grandes y pequeños han descargado dentro del mar de tantos siglos á esta parte!

Al ver á todos estos autores y á muchos otros imbuídos de sistemas tan erróneos sobre el origen de los manantiales, nadie extrañará que ninguno de ellos haya pensado en buscar los medios de *descubrirlos* para hacerlos servir á las necesidades de los hombres. Preocupados con la idea de que el mar envía corrientes de agua

debajo de todos los continentes por medio de canales subterráneos colocados en profundidades enormes, y tanto más hondas cuanto más distantes se hallan del mar, y que estas aguas reducidas á vapores se elevan verticalmente desde estos canales hasta la superficie de la tierra, debían dichos autores creer que para llegar á las corrientes de agua era preciso excavar hasta estos canales, y que en profundidades menos hondas no se podía encontrar sino vapores ascendentes que provienen de profundidades de muchos millares de pies.

CAPÍTULO XIII.

EL VERDADERO ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Elévanse todos los días vapores del mar, de todas las aguas estancadas y corrientes y hasta de la primera capa de tierra. Estos vapores forman en los aires nubes que el viento condensa, rarifica, transporta y dispersa como le place. Estas nubes vuelven á caer sobre la tierra en forma de lluvia, de nieve, de granizo, de escar-

cha, de niebla y de rocío. Estos diferentes meteoros se resuelven en agua, penetran y empan la tierra más ó menos profundamente, y producen los manantiales. Con probar cada una de estas proposiciones habré establecido el verdadero origen de los manantiales.

Los vapores son partículas de agua de forma vesicular y huecas, de una pequeñez y ligereza extremas, que el calor disuelve y hace elevar á la atmósfera. Las que se elevan de la superficie de las aguas llevan el nombre de *vapores*, y las que se desprenden de los cuerpos sólidos, como la tierra, la madera, etc., se llama *exhalaciones*. Cuando estas últimas llegan á la atmósfera, se confunden con los vapores propiamente dichos y toman su nombre. Estas emanaciones acuosas no son visibles sino cuando el aire que las recibe está ya saturado de ellas y no las puede disolver, y entonces forma una especie de humo que tiende á dirigirse á lo alto.

El movimiento ascensional de los vapores es determinado por la diferente densidad de las varias capas del aire atmosférico. Las capas que están en la superficie del globo son las más densas; las que están inmediatamente encima de éstas lo son un poco menos, y esta densidad disminuye á medida que están más elevadas.

Siendo las capas más bajas del aire específicamente más pesadas que los vapores, ejercen sobre éstos una presión que los obliga á subir hasta que hayan llegado á una capa de aire más ligera que ellos.

Esta diminución de densidad del aire, y por consiguiente de presión, que los vapores experimentan en la atmósfera á medida que se elevan, hace que disminuyan de velocidad cuanto más suban y que se detengan en diferentes alturas, en donde, con su reunión, forman las nubes.

Cuando se mezclan dos líquidos de densidades diferentes, se observa que todas las partes del que es más ligero se salen del fondo del vaso y se elevan sobre el que es más pesado: asimismo los vapores, siendo ordinariamente más ligeros que las capas bajas de la atmósfera, se elevan hasta que hayan llegado á colocarse sobre todas las capas que son más pesadas que ellos. Así sucede siempre que el aire atmosférico casi no tiene movimiento; pero cuando está agitado por el viento, la densidad respectiva de sus diferentes capas está trastocada, y los vapores se mueven en vaivenes á merced de sus corrientes.

Cantidad de agua que se eleva en vapores.

La cantidad de agua que se evapora, depende: 1º, del grado de calor que disuelve el agua y la convierte en vapores; 2º, del grado de sequedad del aire que la recibe, y cuando más seco está, más pronta y abundante es la evaporación; 3º, de la agitación de la atmósfera: así, una corriente de aire que arrastra el vapor á medida que éste se forma, pone continuamente en contacto con un aire más seco la superficie que se evapora. Dalton ha observado que, en igualdad de circunstancias, la evaporación en tiempo de un viento muy fuerte es más del doble de la que tiene lugar con un aire tranquilo.

Para conocer la cantidad de agua que se evapora cada año, se sirven los físicos del *aparato evaporatorio* ó *atmidómetro*, que es un simple vaso cilíndrico de unos 60 centímetros de diámetro y de 1 metro 30 centímetros de alto. Colócase este vaso al aire libre en un lugar que esté expuesto al sol todo el día; se le pone encima un tejadito de metal para impedir que la lluvia caiga dentro, y se le llena enteramente de agua. Al cabo del año la parte del aparato que se halla vacía da á conocer la capa de agua que durante este mismo tiempo se ha elevado

por evaporación de todas las masas de agua que han estado igualmente expuestas al sol y al viento.

Los físicos han multiplicado los experimentos á fin de saber aproximadamente la cantidad de agua que se convierte en vapor y se eleva continuamente de todas las aguas estancadas y corrientes. Halley halló que el espesor medio de la capa de agua que se evapora es un décimo de pulgada por día ó $36\frac{1}{2}$ pulgadas cada año. Muschembroek averiguó que, unos años con otros, el agua contenida en un vaso de plomo disminuía por la sola evaporación 28 pulgadas de altura.¹ Sédilan halló que en Paris, durante los años 1688 y 1689, la evaporación había sido de 32 pulgadas 7 líneas al año. Según observaciones hechas con todo cuidado, sabemos que en Paris el grueso de la capa de agua que la evaporación se lleva de una masa de agua en un año, es de unos 88 centímetros ($32\frac{1}{2}$ pulgadas). La pequeña diferencia que presentan estos resultados puede provenir de algunas inexactitudes en los experimentos, ó ser debida á la diferente temperatura de los años, ó también á la diversidad de climas en que se han hecho los experimentos, porque es sabido que la activi-

1 Musch., *Ess. de Phys.*, pár. 1,455.

dad de la evaporación va en disminución desde el ecuador á los polos.

Las nubes.

Los vapores y las exhalaciones, después de haberse elevado á la atmósfera, son empujados horizontalmente los unos contra los otros por las corrientes de aire, se mezclan, se condensan y forman esas masas fluctuantes que se llaman *nubes*, *nublados* ó *nublos*. Teniendo las diversas nubes densidades diferentes, lo mismo que las capas de la atmósfera, cada nube se forma y nada por encima de todas las capas de aire que son más pesadas que ella. Cualquiera puede fácilmente observar sus diferentes alturas cuando llevan una misma dirección y su velocidad es sensiblemente desigual. Esto es todavía más fácil en los momentos en que los vientos cambian de dirección: entonces se ven nubes colocadas las unas sobre las otras, cuyas direcciones se cruzan, y otras que siguen direcciones opuestas. Ciertas nubes andan muy lentamente y otras corren con tanta rapidez que hacen dos ó tres leguas en una hora.¹ La altura en,

¹ Muchas veces puede conocerse la velocidad de una nube aislada poniéndose uno sobre una altura, y observando cuánto tiempo emplea su sombra para andar sobre tierra una distancia que uno conoce ó que uno mide.

que bogan las nubes más elevadas casi no excede de 7 á 8,000 metros sobre los terrenos bajos, y las que producen la lluvia y los otros meteoros acuosos no tienen, por lo general, más elevación que algunos centenares de metros sobre la superficie del suelo. Como el aire, en el que están suapendidas las nubes, jamás se halla perfectamente tranquilo, éstas se entremezclan, se condensan, se separan, se rarifican, toman toda especie de figuras, cambian continuamente de volumen, de color y á veces se disipan enteramente. Las hay muy pequeñas, las hay medias y otras son tan grandes que tienen centenares de pies de espesor, y se extienden á muchas leguas en todas direcciones. Su color varía desde el blanco de nieve hasta el moreno obscuro, y á veces es de rojo de fuego.

Las nubes que los vapores forman en la atmósfera no están inmóviles ni un instante siquiera, porque las corrientes de aire ó los vientos, unas veces lentos y otras rápidos, que allí reinan continuamente, las empujan y las arrastran á distancias más ó menos considerables hasta que se resuelven en agua y vuelven á caer sobre la tierra en forma de *lluvia*, de *neblina*, de *niebla*, de *sereno*, de *rocío*, de *nieve*, de *granizo* y de *escarcha*. Probablemente muchos

de nuestros lectores, poco versados en el conocimiento de estos diferentes meteoros, agradecerán que se les diga de paso unas cuantas palabras sobre la formación y la caída de cada uno de ellos.

La lluvia.

Cuando los vientos empujan las nubes las unas contra las otras, éstas se comprimen ó se penetran mutuamente y aumentan su densidad. Entonces se forma en la nube así condensada una infinidad de gotitas que empiezan á bajar desde el instante que han adquirido bastante densidad para vencer á la resistencia que el aire opone á su caída. Mientras van bajando encuentran una multitud de otras gotas y moléculas acuosas que se las unen y arrastran consigo: su grosor va aumentando, y acaban, por último, por formar las gotas de lluvia tales como las vemos llegar sobre la tierra. Así, pues, las nubes se resuelven y vuelven á caer en forma de lluvia todas las veces que se hacen más compactas, y, por consiguiente, más pesadas que el aire que las sostiene, ó cuando los vientos las empujan hacia abajo.

Como sobre el mar se forman incomparablemente más nubes que sobre las tierras, los vien-

tos que vienen del mar van de ordinario acompañados de lluvia; por esta razón el viento del O., que en Francia viene del Océano, es el que trae las lluvias más duraderas y copiosas, y los vientos del N. y del E. no la producen sino cuando encuentran nubes cargadas de agua que vienen del Poniente. El viento del S. no trae sino lluvias insignificantes ó de poca duración, por ser poco ancho el Mediterráneo. Hase observado que cuanto más distante de las orillas del mar está un país, menos lluvias tiene; así es que sobre la costa occidental de Inglaterra caen, por término medio, 95 centímetros de agua por año, cuando sobre la costa oriental sólo caen 65. Cuando hace un gran viento, rara vez llueve, á menos que su dirección no sea de arriba abajo.

Como el grosor de las gotas de lluvia depende de la densidad, del espesor y de la altura de las nubes que las producen, resulta que es muy variable, siendo el más ordinario de dos ó tres líneas de diámetro. Cuando sucede que muchas gotas se reúnen al bajar, la resistencia del aire las divide al momento, reduciéndolas al grosor ordinario. Las gotas de lluvia son, por lo general, más gruesas y están más separadas las unas de las otras en verano que en invierno,

porque hallándose el aire en verano más rareficado por el calor, las gotas de lluvia que lo atraviesan encuentran menos resistencia en su caída; mientras que en invierno, siendo el aire más denso, opone más resistencia á la caída de las gotas de lluvia y las desune con más frecuencia. Las gotas de lluvia caen muy pocas veces perpendicularmente, y por lo común se precipitan describiendo en el aire una línea oblicua, inclinada á la parte hacia la cual se dirigen los vientos.

La neblina fría [Bruine].

La *neblina fría* es una lluvia menuda, que cae muy lentamente y en gotas muy pequeñas. Cuando una nube poco espesa se disuelve igualmente por todas partes; cuando las partículas acuosas, de que está compuesta, no se reúnen muchas entre sí y no forman sino gotas muy pequeñas, cuyo peso específico casi no difiere del peso del aire, estas gotitas forman lo que se llama *neblina fría*, que dura á veces días enteros. También se forma la *neblina fría* cuando la disolución de una nube comienza por abajo y continúa poco á poco hacia arriba: en este caso, formándose las gotitas de agua en la parte inferior de la nube, no pueden engrosarse en su

caída, porque no encuentran otras, y llegan á tierra con el mismo volumen que tenían cuando salieron de la nube. Las gotas de neblina fría caen lentamente con una velocidad casi uniforme, describiendo al bajar líneas más ó menos sinuosas, y casi nunca caen perpendicularmente. Las gotitas de neblina fría son á veces bastante gruesas para que se las pueda divisar mientras caen, y otras veces no se pueden percibir sino cuando hay detrás de ellas un cuerpo negruzco ó un vacío obscuro.

Las nieblas [Brouillards].

Las *nieblas* no son otra cosa que nubes suspendidas en la región más baja del aire, ó que ruedan muy lentamente sobre la tierra. Unas veces se forman de los vapores y exhalaciones que se elevan insensiblemente de la tierra; otras veces de las nubes que han bajado de las regiones superiores de la atmósfera, y á menudo de unas y otras. Cuando hay nieblas, el aire está sensiblemente quieto, y se disipan luego que el viento empieza á soplar. El movimiento más ordinario de sus masas es horizontal, y sus partes parecen moverse indiferentemente hacia arriba ó hacia abajo. Las nieblas se dejan ver con más frecuencia por la tarde y por

la mañana, que en lo restante del día, y en invierno más que en otras estaciones. Los objetos que se ven á través de la niebla, parecen más grandes y más distantes de lo que lo son en realidad.

El rocío [Rosée].

Llámanse *rocío* á las gotas de agua muy finas y muy separadas entre sí, que en los tiempos de calor caen de la atmósfera desde la puesta del sol hasta su salida el día siguiente. Para que el rocío caiga por la noche, es preciso que el día anterior haya hecho calor, que la atmósfera esté fresca y sin nubes, y que no haga viento fuerte; porque cuando éste es fuerte, todas las partículas acuosas que formarían el rocío se las lleva y disipa á una muy grande distancia. La mayor parte de los vapores y exhalaciones que salen de la tierra en las estaciones calurosas, se elevan, como queda dicho, á las regiones superiores de la atmósfera, y forman las nubes; pero aquéllas que no salen sino al concluir la tarde, y que, cuando desaparece el sol, no han podido aún llegar sino á una corta elevación, éstas cesan de subir, se enfrían, se condensan, se vuelven específicamente más pesadas en el aire, y bajan otra vez sobre la tierra

en forma de rocío, humedecen todos los cuerpos sobre que caen, y mojan los vestidos de aquéllos que se hallan al aire libre. El rocío flota en el aire como las nieblas, y se le ve subir y bajar indiferentemente. Al crepúsculo de la mañana es cuando cae el rocío en mayor abundancia, porque esta es la hora en que, hallándose la atmósfera más enfriada, deja á los vapores más facilidad para verificar su caída. El primer rocío que cae á la entrada de la noche, al que se ha dado el nombre de *sereno*, es todavía más abundante que el que cae en lo restante de ella. Cae mucho más rocío en el mes de Mayo que en ningún otro del año, y en la primavera y otoño que en verano, porque el excesivo calor de esta estación hace subir mayor cantidad de vapores hasta las nubes. El rocío es más frecuente y más abundante en el campo que en las ciudades; en los países que se hallan cerca del mar, de un río ó de un lago, que los que se hallan distantes de ellos, y en los países húmedos que en los secos.

Los rocíos producen mucha más agua de lo que comúnmente se cree. Ciertos observadores han recogido tres pulgadas en un año, otros, cuatro, y Dalton es de opinión que el rocío que cae todos los años en Manchester llega á unas cinco pulgadas.

Hay otra especie de rocío que no cae de la atmósfera, sino que proviene de los humores de la tierra, los cuales, chupados por las raíces de las plantas, se elevan por dentro de sus tallos y ramas, y son secretados por las hojas sobre las cuales se fijan, y se mezclan con el rocío de la atmósfera. Para cerciorarse de esto, no hay más que cubrir por la noche una planta cualquiera con una campana de vidrio, y al día siguiente se hallará la planta cubierta de rocío, pero en menor cantidad que las otras plantas inmediatas que habrán recibido el rocío de la atmósfera y el rocío secretado.

Hay una nueva opinión que explica de diferente manera la formación del rocío: la que M. Arago (*Anuario* de 1835) ha formulado en estos términos: «Es sabido que el rocío no cae; que el aire va á depositarlo sobre las superficies de antemano enfriadas en razón de su comunicación radiante con los espacios celestes; que la naturaleza de los cuerpos, su exposición, y la pureza del cielo ejercen sobre este fenómeno la más grande influencia.»

Las aguas que caen de la atmósfera, experimentan á veces varias transformaciones ocasionadas por el frío, las unas en medio de su caída y las otras después que han caído.

La nieve (Neige).

La *nieve* es agua congelada que cae de las nubes sobre la tierra en forma de una multitud de copos muy ligeros, separados unos de otros, de un grosor desigual, que presentan ordinariamente la forma de una estrella con seis rayos más ó menos complicados, y de la más perfecta blancura que se conozca. Un copo de nieve está compuesto de pequeños carámbanos prolongados, ó de hebrillas de agua congelada que se han reunido al tiempo de caer; y como no se tocan sino por algunos puntos de sus superficies, su agregación es siempre muy imperfecta. Los copos son tanto más pequeños cuanto más fría es la temperatura; y caen los unos casi perpendicularmente, y los otros más ligeros arremolinando. La nieve no puede formarse sino en un aire enfriado á un grado conveniente, y cuando las partículas de agua que se hallan diseminadas por el aire se han congelado antes de haberse reunido en gruesas gotas. La nieve que acaba de caer, tiene diez ó doce veces más volumen que el agua que produce después de derretida; al derretirse trae gran cantidad de agua á los arroyos y á los ríos, y su licuación, cuan-

do es demasiado repentina, causa muchas veces inundaciones considerables.

El granizo (Grêle).

El *granizo* es agua de lluvia congelada en la región media de la atmósfera, y cae sobre la tierra en forma de globulitos de hielo que son ordinariamente esféricos, ú ovoides, de un tejido compacto y apretado. Estos globulitos tienen ordinariamente el núcleo nevoso y opaco, y están cubiertos de una capa de hielo diáfano. Siendo los granos de granizo formados en el nublado de gotas de lluvia muy pequeñas, son en su principio muy menudos; pero, como tienen más peso y velocidad que las gotas y partículas de agua que encuentran en su descenso, las congelan, se las apropian y se aumentan bajando hasta que salen del nublado. En algunas tempestades, muchos granos de granizo todavía poco solidificados, se conglutinan unos con otros, y las gotas de lluvia que encuentran y congelan llenan sus intersticios, los envuelven, los cubren de nuevas capas de hielo, y forman, por último, granos gruesos que pesan á veces un cuarto de libra, media libra, y hasta más de una libra cada uno de ellos.¹ Las grue-

1 La historia de la Academia de Ciencias contiene las

sas piedras así formadas son casi siempre angulosas, y no tienen jamás una densidad uniforme. El volumen más común de los granos de granizo es poco más ó menos el de una avellana; y dependiendo este volumen del espesor del nublado y de la altura de donde descienden, los que caen sobre las montañas son menos gruesos que los que caen en los valles. Todos los granos que caen en una misma tempestad tienen á poca diferencia la misma forma y el mismo volumen. La estación más ordinaria de

relaciones de muchas granizadas extraordinarias. Cuenta, entre otras, un pedrisco que asoló el Perche en 1703, cuyas piedras eran gruesas, esto es, las más pequeñas como nueces, las medianas como huevos de gallina, y las otras como el puño. En 11 de Julio de 1753 cayó en Tul un pedrisco monstruoso por su grosor: hallóse una piedra de veinticuatro líneas de largo, diez y ocho de ancho y catorce de espesor, y otra tenía cerca de tres pulgadas por todos lados. Las piedras gruesas fueron por fortuna pocas, y la tempestad de poca duración: sin embargo, muchas personas é infinidad de animales domésticos fueron muertos ó heridos. El 12 de Septiembre de 1768 cayó en los alrededores de Saint-Giles, en el Bajo Poitou, una cantidad prodigiosa de pedrisco, cuyas piedras eran en su mayor parte de dos pulgadas de largo y una de espesor.

En 1811 Muncke halló en Hannover un gran número de piedras que pesaban 120 gramos. En 7 de Mayo de 1822 Noeggerath cogió piedras cuyo peso era de 190 gramos. En 15 de Junio de 1829 se vieron en Cazorla (España) pedruscos de granizo que pesaban hasta dos kilogramos. En 13 de Agosto de 1832, en una pedrisca que hizo grandes estragos en las orillas del Rhin, la piedra más ponderosa que halló Vogel en Heinsberg, pesó 90 gramos: en Elberfeld las piedras eran gruesas como huevos de gallina, y en Randerath pesaban de 120 á 240 gramos.

los granizos empieza en el mes de Junio y concluye en el mes de Septiembre. La lluvia casi nunca cae antes del granizo; pero muchas veces al mismo tiempo, y ordinariamente cae después. Un poco antes de caer el granizo y también mientras cae, se oye en el aire un gran ruido causado por el choque de las piedras que el viento empuja con impetuosidad unas contra otras. Después que el granizo ha llegado á tierra, se resuelve en agua en muy poco tiempo.

Aay una especie de granizo menudo, que se conoce (en francés) bajo el nombre de *gresil*, cuya blancura iguala la de la nieve. Sus granos están compuestos de filamentos muy delgados, rollados y conglutinados entre sí. Este granizo menudo cae en diferentes estaciones del año, pero principalmente en los primeros días de la primavera, y entonces se le da (en francés) el nombre de *giboulée* (aguacero impetuoso y breve con piedra): llámase en español *grupada*.

La escarcha (Gelée blanche).

La *escarcha* (en francés *helada blanca*) es un rocío congelado. En ciertas mañanas de otoño, de invierno y algunas veces en las de primavera, se la ve sobre las hojas de los vegetales, sobre los tejados de los edificios y sobre otros

cuerpos, donde forma una muy ligera capa como si fuese de nieve, de la que no se diferencia en realidad sino en que ésta se forma en el aire y aquélla no se condensa sino en la superficie misma de los cuerpos terrestres. En tanto que las partículas de agua que componen el rocío permanecen en la atmósfera en el estado de vapor, son invisibles y no se hielan; pero desde el momento en que las gotitas de rocío hallan un frío bastante considerable sobre las superficies de los cuerpos sólidos que las sostienen, entonces pierden su liquidez y se convierten en otros tantos tempanitos de hielo. Las primeras gotas que caen son las primeras que se hielan, y las que vienen después caen sobre las primeras y se hielan también unas después de otras. Luego que el sol empieza á hacer sentir su calor, la escarcha no deja de derretirse, infiltrándose una parte de ella en la tierra, al paso que la otra se reduce á vapor y se eleva por los aires.

Otra especie de escarcha (Gives ó frimas).

El *Gibre* ó *frimas* es una especie de helada blanca (*escarcha*) que en invierno, cuando el aire es frío y húmedo al mismo tiempo, se pega con bastante fuerza á diferentes cuerpos. El gi-

vre y la escarcha ó helada blanca se forman de la misma manera y se parecen perfectamente. Sin embargo, quiere el uso que se distingán. Se da el nombre de *escarcha ó helada blanca* al rocío de la mañana congelado, cuando el *givre* debe su origen no al solo rocío de la mañana, sino á todos los vapores acuosos que caen y se congelan sobre tierra en cualquiera hora del día ó de la noche.

Cuando una grande niebla difundida por el aire moja considerablemente todo lo que á él está expuesto, y la temperatura se halla en el grado de congelación ó bien más baja aún, las partículas acuosas que difunde la niebla se colocan sobre ciertos cuerpos en moléculas sensibles, distintas, muy finas y se hielan en el momento que en aquéllos se paran. Sobre estos primeros tempanitos caen sucesivamente nuevas moléculas acuosas que se hielan igualmente y aumentan su espesor. El *givre* se pega en cantidad muy notable á los árboles, y á menudo forma en ellos témpanos colgantes que vejan mucho las ramas con su peso y hacen romper algunas. El *givre* se pega también con mucha frecuencia á los cabellos, á la barba y á los vestidos de los viajeros, á las crines de los caballos, etc.

*Cantidad de agua que producen los meteoros
acuosos.*

La cantidad de agua que producen anualmente todos los meteoros acuosos, varía más de lo simple al doble de un año á otro y de uno á otro lugar. Las principales causas de la diferencia que se halla de un lugar á otro, son: la proximidad y la distancia del mar, de los lagos ó de los ríos; la situación de los lugares, esto es, si están más elevados ó más bajos; la cercanía ó la disposición de ciertas montañas; la temperatura, y por esto en los climas calientes las lluvias son más abundantes que en los países fríos, etc.

Para saber la cantidad de agua que cae anualmente, los físicos se sirven de un aparato llamado *udómetro* ó *hidrómetro*, que se compone de un embudo, de un recipiente y de un cañuto, todo de metal. El embudo es un vaso cilíndrico de 20 á 40 centímetros de diámetro y medio metro á lo menos de profundidad, á fin de que las gotas de lluvia que él recibe no pueden saltar fuera. El recipiente es otro vaso cilíndrico de 1 metro y 30 centímetros de alto, el que tiene exactamente el mismo diámetro que el embudo, y está cerrado por arriba y por abajo. El embudo

se pone al aire libre sobre el tejado de un edificio, y el recipiente en un aposento colocado debajo del tejado. El fondo del embudo y la parte superior del recipiente tiene cada uno una pequeña abertura á la cual se adapta un cañuto que atraviesa el techo y conduce el agua pluvial del embudo al recipiente á medida que va cayendo. El cañuto debe tener á lo menos un centímetro de diámetro, y el aposento estar expuesto al menor calor posible, á fin de que la evaporación no se lleve el agua del recipiente. Concluido el año se mide la altura del agua que se halla en el recipiente, se toma nota y se le vacía.

Este experimento, lo mismo que el del aparato evaporatorio de que se hablado ya, debe repetirse durante cierto número de años, porque no bastan ni uno ni dos para saber la cantidad de agua que se evapora ni la que cae en un lugar, por la razón de que no hay dos años que produzcan exactamente las mismas cantidades; por esto se reiteran comunmente estos experimentos durante un período de diez ó de veinte años. Súmanse las cantidades de agua elevadas ó caídas cada año, y dividiendo el total por el número de años que se han empleado en hacer los experimentos, se halla en el cuociente el es-

pesor medio de la capa de agua que se eleva ó que cae anualmente en el país.

He aquí el resultado de algunas observaciones que se han hecho sobre este particular en diferentes tiempos y lugares.

Perrault fué el primero que se sirvió del udómetro para averiguar la cantidad de agua que los meteoros acuosos vierten anualmente sobre la tierra, y halló que la cantidad media de la que había caído en Paris durante los años 1668, 1669 y 1670, era de 19 pulgadas $2\frac{1}{2}$ líneas. Según observaciones hechas con cuidado en Padua por Poleni durante diez años, la cantidad media fué en aquella ciudad de 45 pulgadas, y en Pisa de 43 pulgadas. En Lyon (Francia) se halló, por término medio, 37 pulgadas; en Londres, 37; en Roma 28; en Argel, 27; en Upsal, 15; en Ginebra, 24; en el convento del Gran San Bernardo, 59; en Figeac (Lot), 19; en Paris cayeron en 1711 26 pulgadas de agua, y en 1723 $7\frac{1}{2}$ pulgadas; en Tolosa (Francia), en años lluviosos, ha habido 32 pulgadas de agua, y en años secos 15 pulgadas. M. Cotte, habiendo recogido ciento cuarenta y siete observaciones sobre la cantidad de lluvia que cae anualmente en nuestro clima, ha concluído ser, por término medio, 35 pulgadas, cantidad casi igual á la que se evapora cada año.

Pero se me dirá: si se admite la exactitud de estas observaciones, ¿será posible probar que cae cada año agua suficiente para hacer correr los manantiales, los arroyos y los ríos caudalosos y no caudalosos que llevan al mar cantidades tan peligrosas?

Perrault y Mariotte, miembro de la Academia de Ciencias en el reinado de Luis XIV, hallaron que el agua que pasa por el canal del Sena no es sino una pequeña parte de la que las lluvias vierten sobre su hoya; hé aquí los datos en que se fundaron:

Perrault examinó y midió la hoya del Sena desde su origen hasta Aignay-le-Duc, en Borgoña, y halló que tenía unas tres leguas de largo y dos de ancho, lo que da una superficie de seis leguas cuadradas, que componen 31.245,140 toesas cuadradas. Suponiendo que durante un año todas las aguas pluviales que caen sobre esta hoya se acumulen en ella, queden permanentes y no pierdan una gota siquiera ni por evaporación ni de manera alguna, al último día del año esta superficie estará cubierta de una capa de agua del espesor de 19 pulgadas $2\frac{1}{2}$ líneas, lo que formará 224.899,942 moyos¹ de agua.

1. Un moyo es (en Francia) una medida de 8 pies cúbicos, por manera que un vaso de 2 pies de alto, de largo y de ancho contiene un moyo.

La sexta parte de esta cantidad sería suficiente para suministrar en todo el año siguiente una cantidad de agua igual á la que pasa ordinariamente por el Sena en Aignay-le-Duc, aun cuando se hiciera la suposición de que la hoya no recibiese una nueva gota de agua, porque en este paraje el río tiene, por término medio, como unas 1,200 pulgadas de agua corriente, que dan 99,600 moyos de agua en 24 horas y 36.453,600 en un año. Así, pues, como la cantidad de agua contenida dentro de esta hoya supuesta es de 224.899,942 moyos, y la cantidad que ha pasado en un año no es más que de 36.453,600 moyos, se sigue de aquí que el agua que pasa durante un año en el canal del Sena en Aignay-le-Duc, no es, con poca diferencia, sino la sexta parte de la que cae sobre su hoya durante el mismo tiempo.

A imitación de Perrault, Mariotte midió toda la parte de la hoya del Sena que se halla en Paris, y hecha la reducción de las muchas curvas que forman su perímetro, evaluó su superficie en 60 leguas de largo con 50 de ancho, que hacen 3,000 leguas cuadradas. Despreciando las cantidades ventajosas que le suministraban las observaciones ya hechas, se contentó con suponer que caían sobre esta hoya 15 pulgadas de

agua cada año, lo que hace 45 pies cúbicos de agua por toesa cuadrada. Teniendo la legua 2,300 toesas de largo, una legua cuadrada contiene 5.290,000 toesas superficiales, que multiplicadas por 45, dan, 238.050,000 pies cúbicos de agua por año, y las 3,000 leguas de superficie producen, por año, 714,150.000,000 de pies cúbicos de agua.

Después, á fin de averiguar qué cantidad de agua pasa en Paris todos los años por el canal del Sena, y compararla con la que cae sobre su hoya, Mariotte verificó que cuando el agua de este río se halla en su elevación media tiene entonces 400 pies de ancho con 5 de profundidad. Echando dentro del agua un cuerpo bastante ligero para poder flotar, como por ejemplo, un pedacito de corcho, de madera seca, de cera, etc., halló, después de repetidas experiencias, que el cuerpo flotante, y por consiguiente el agua del río corría por término medio, 100 pies por minuto, que hacen 6,000 pies por hora. Multiplicando los 400 pies de ancho por los 5 pies de profundidad se tiene un caudal de agua corriente de 2,000 pies, los cuales, multiplicados por los 100 pies que corre en cada minuto, dan 200,000 pies cúbicos por minuto, 12.000,000 por hora, 288.000,000 cada 24 horas y.....

105,120.000,000 por año; lo que no forma, dice él, la sexta parte del agua que cae en un año sobre las tierras que suministran el agua del Sena en París. Si en vez de 15 pulgadas que se han tomado en este cálculo se toman 18, se tendrá, por todo el año, 856,980.000,000 de pies cúbicos, lo que da ocho veces más agua de la que el río conduce á París.

Quedando así establecido por estos dos académicos el método de conocer aproximadamente la cantidad de agua que cae anualmente sobre la hoya de un río y la que durante el mismo tiempo pasa por su canal, otros observadores franceses y extranjeros han operado, á imitación suya, de la misma manera sobre otros ríos, grandes y pequeños. Los resultados que algunos de nuestros ingenieros han obtenido recientemente, son diferentes de los que acabamos de ver y hasta poco concordantes entre sí. Así es que M. de Gasparin¹ valúa en una séptima parte la relación media que guardan entre sí la cantidad de agua que pasa por los ríos y la cantidad que cae sobre sus hoyas. M. Minard² halló que el agua que pasa por el álveo del Ródano, comparada con la que los meteoros acuosos vier-

1. «Curso de Agricultura,» t. I, pág. 485.

2. «Curso de construcción,» pág. 317.

ten sobre su hoya, es de 25 por ciento. M. Baumgarten¹ es de parecer que el agua que baja por el canal del Garona es de 34 por ciento, y M. Dausse² lleva á 45 por ciento el agua que corre por el lecho del Saona.

Resultados tan diferentes nada tienen de sorprendente cuando es sabido que la fuerza de absorción de los terrenos varía al infinito, puesto que los unos absorben absolutamente toda el agua pluvial que cae sobre ellos, y que los otros no absorben casi nada; que la actividad de la evaporación y la cantidad de agua pluvial que cae cada año varían de un año al otro y de un lugar á otro más que de lo sencillo al doble. Así, pues, todas las operaciones que se han hecho para verificar la cantidad de agua que cae sobre las hoyas de diferentes ríos y la que corre por sus canales, deben producir casi otros tantos resultados diferentes como operaciones se han hecho, ya sea sobre el mismo río, ya sobre ríos diferentes. Aunque estos resultados sean muy poco concordantes, sin em̄dargo todos establecen este hecho capital: que *los meteoros acuosos vierten sobre cada hoya mucha más agua de la que pasa dentro del canal de la corriente que se halla*

1. «Anales de puentes y calzadas,» 2ª serie, t. XII.

2. «Anales de puentes y calzadas,» 1842, t. III, pág. 201.

en dicha hoya, porque tomando el término medio de los resultados obtenidos por los cuatro últimos observadores, se halla que la cantidad de agua que pasa por los ríos es cerca de la cuarta parte de la cantidad que los meteoros acuosos derraman sobre sus hoyas; y si se admite el término medio de los resultados obtenidos por los ocho observadores ya citados, el agua que pasa por los ríos no es más que la quinta parte de la que cae sobre sus hoyas. En el capítulo siguiente se dará cuenta de estos tres cuartos ó cuatro quintos de agual pluvial que se detiene dentro de las tierras y de la parte que sirve para mantener los manantiales.

Para apoyar mi opinión sobre el origen de los manantiales, podría citar autores que sostuvieron la verdadera causa de su origen, tales como Vitrubio, *Arquitectura*; Gassendi, *Comentario sobre Diógenes de Laercio*; Palissy, *De la naturaleza de las aguas y de las fuentes*; el P. Francisco, *La Ciencia de las aguas*; Pluche, *Entretiens XX y XXI*; Vallisneri, *Annot*; Buffon, artículo, *Genesisia de los minerales*; *La Enciclopedia*, artículo *Fontaine*; Nollet, *Física experimental*, lección XXII; Bordeu, *Aguas minerales del Bearne*; Brisson, *Física*, núm. 1044; *Héricart de Thury*, § 191; Degousée, *Guía del sondador*, capí-

tulo I, y un gran número de otros físicos y naturalistas posteriores. Pero como las citas textuales prolongarían desmesuradamente una discusión ya demasiado larga, me contento con indicar unos cuantos para las personas que tengan á bien leerlos. Lo que acabo de decir y lo que diré en el decurso de este tratado, me parece ser suficiente para probar hasta la evidencia que *los manantiales no provienen del mar por medio de conductos subterráneos, sino que las lluvias, las neblinas frías, las nieblas, los rocíos, las nieves, los granizos y las escarchas, son los que suministran á la tierra todas las aguas que ella devuelve al mar y que ella saca de su propio seno bajo la forma de manantiales.*

CAPITULO XIV:

Formación de los manantiales.

Cuando caen fuertes lluvias, pero de corta duración; cuando se derriten grandes capas de nieve, ó bien el terreno es impermeable, se forman sobre la tierra corrientes de agua que duran muy poco tiempo. No pudiendo la tierra en ninguno de estos tres casos absorber instantáneamente toda el agua que cae en su superficie, la parte que no puede ser absorbida corre por el terreno,

baja á los arroyos y á los ríos, los hace desbordar, y vuelve al mar sin haber contribuido en nada á humedecer la tierra.

La cantidad de agua que de esta manera va al mar sin haber penetrado la tierra en ninguna parte, es siempre insignificante si se compara toda aquella que no va sino después de haberla penetrado, porque el derretimiento de las nieves y las fuertes lluvias no duran ordinariamente sino unos pocos días. Suponiendo que un río haya decuplicado durante dos ó tres días su volumen de agua ordinario, estos días de crecida no equivalen sino á veinte ó treinta días de su volumen ordinario, y no producen la duodécima parte del agua que el río lleva al mar en los restante del año. Por lo tanto, las once duodécimas partes de esta agua se las han suministrado las lluvias ordinarias ó los innumerables manantiales que se hallan diseminados en su hoya.

Las grandes tempestades, que transforman en un momento todos los pliegues del terreno en arroyos y todos los arroyos en ríos, como no son sino locales y momentáneas, nada ó casi nada de sus aguas llevan hasta el mar. Casi toda la parte de esta agua que no es absorbida en el lugar mismo en que cae, se derrama sobre las tie-

rras más bajas que se han hallado fuera de la tempestad y allí es sucesivamente absorbida.

Aquella que puede llegar al canal del arroyo cercano, si éste está seco, se queda allí absorbida poco á poco; y si una parte de ella llega hasta el río, las más de las veces no produce en él sino una crecida apenas sensible y de muy corta duración.

Excepto en los casos que se acaban de citar, todas las aguas que las lluvias,¹ las neblinas frías, las nieblas, los rocíos, las nieves, los pedriscos, los granizos y las escarchas, vierten sobre la tierra, la penetran más ó menos profundamente, y salen otra vez de ella bajo tres formas diferentes: una parte de ellas se eleva en vapores, otra alimenta las plantas, y la tercera, forma y mantiene los manantiales.

1º La tierra pierde una parte considerable del agua que absorbe, de una manera en la que pocos fijan la atención, y esta parte es la que se eleva por exhalación. Las aguas que se hallan detenidas junto á la superficie del suelo, y son

1. Para no verme obligado á repetir continuamente la nomenclatura de todos los meteoros acuosos que vierten el agua sobre la tierra, cuya descripción se ha visto en el capítulo precedente, no nombraré las más de las veces sino la lluvia, puesto que ella es la que suministra mayor cantidad, y todos los otros meteoros, cuando se han disuelto en agua, empapan y penetran la tierra de la misma manera que la lluvia.

ordinariamente las últimas que han caído, se exhalan, se elevan á la atmósfera con una actividad proporcionada á la porosidad de la tierra y al ardor del sol, y van á aumentar las nubes. En los hermosos días de verano, si uno dirige la vista hacia un cuerpo negruzco ú obscuro colocado en el horizonte, ve continuamente salir de tierra moléculas de agua ó exhalaciones que se elevan con rapidez y vuelo precipitado. Es imposible saber, ni aun estimar aproximadamente, la cantidad de agua que se exhala de la tierra en un tiempo dado. Sólo se observa que disminuye diariamente desde una lluvia á la otra.

2º Otra parte del agua que la tierra absorbe sirve además para el crecimiento y nutrición de los vegetales. Muy pocos se forman una idea de la cantidad de agua que chupan las raíces, y que por transpiración exhalan el tronco, las ramas, y sobre todo las hojas de las plantas y de los árboles. Halès, después de reiterados experimentos, hechos con todo el cuidado de que podía ser capaz este sabio investigador de la naturaleza, halló que en doce horas continuas de un día muy seco y muy caliente, la transpiración media de un tornasol era de 20 onzas (1½ libra), y de 3 onzas durante una noche caliente, seca y

sin rocío; y un manzano enano exhaló en diez horas de día 15 libras de agua, y un pie de lúpulo 4 onzas en un día. M. Monestier-Savignat,¹ dice que un metro cuadrado de hojas puede evaporar, durante seis meses de la vegetación, hasta 27 kilogramos de agua, etc. Si estos experimentos, y muchísimos otros que se han hecho para conocer el *máximo* de agua que secretan los poros de ciertos vegetales en un tiempo dado, no pueden servirnos para conocer la que exhalan en el curso ordinario de la vegetación, á lo menos nos dan una idea de la gran cantidad de agua que la tierra debe de perder por esta vía; cantidad que es tan difícil de apreciar, como lo es contar todos los vegetales y medir todas sus superficies.

Aunque no pueda saberse cuál es la cantidad de agua que se exhala de las tierras, ni la que se destina á la nutrición de los vegetales, no obstante, se conoce la parte total que á los dos corresponde; porque habiendo llegado á fuerza de experimentos Dalton, Dickinson y Charnock, á fijar á 35 por ciento la cantidad media de agua pluvial que absorben los terrenos, se sigue de ahí, que los dos tercios á poca diferencia de las aguas pluviales que se detienen dentro de los

1. *Tratado de las inundaciones*, pág. 42.

terrenos, vuelven á salir por exhalación, ó son destinados á la nutrición de los vegetales.

3º Después de haber hablado en estos términos de las aguas pluviales que no hacen más que deslizarse sobre la tierra, y de las que la penetran sin contribuir á la formación de los manantiales, nos falta hablar de la parte de estas aguas que, después de haber penetrado la tierra, sirve para formar y mantener los manantiales.

La profundidad en que la tierra queda mojada en cada lluvia que cae es muy variable, y esta variación depende de la cantidad de lluvia, de su duración, de la porosidad del terreno y de su inclinación. Se ha observado generalmente que en igual espacio de tiempo, una lluvia fuerte penetra la tierra más profundamente que una lluvia ligera; pero una lluvia ligera que cae, por ejemplo, durante diez horas, penetra la tierra muchísimo más que una lluvia fuerte que no dura sino una hora, suponiendo que durante estos dos tiempos las dos lluvias hayan vertido tanta agua la una como la otra. Los diferentes grados de porosidad del terreno contribuyen mucho á dejar bajar las aguas pluviales á más ó menos profundidad. Así es que todas las observaciones y experimentos que se han hecho

sobre este particular no han servido sino para hacer ver la imposibilidad de determinar á qué profundidad de agua pluvial descende en un principio dentro de la tierra. Después de fuertes lluvias, unos han hallado la tierra mojada, nomás que algunos centímetros de profundidad, mientras que otros la han hallado mojada hasta muchos metros.¹ El desacuerdo de estos autores sobre la mayor ó menor profundidad á que han llegado las aguas pluviales, proviene del

1. *Ego vinearum diligens fossor*, dice Séneca, *affirmo nullam pluviam esse tam magnam, quæ terram ultra decem pedes madefaciat*. Quæst. nat., libro III. Yo, cuidadoso cultivador de viñas, afirmo que no hay lluvia grande, que moje la tierra á más de diez pies.—*Pluvia non ultra decem pedum profunditatem humectat terram*. Varenius. *Geog.*, lib. I, cap. XVI. La lluvia no humedece la tierra á más de diez pies de profundidad. (*El traductor*).—«Yo he hecho abrir la tierra «sobre las montañas, en la pendiente de las colinas, en los «llanos bajos, en huertos cultivados, después de fuertes y no cortas lluvias, y jamás he hallado la tierra mojada más de un pie y «medio ó dos pies.» (Perrault, pág. 167).—«Después de una «lluvia de las más fuertes, que duró cerca de una hora, hallé «en ciertas partes la tierra mojada á más de medio pie, y «casi en todas las demás lo estaba menos.» (Pluche, *Espect. de la nat.* Entr. XX.)

Mariotte admite que las tierras labradas no se dejan penetrar por las fuertes lluvias de verano sino unas 6 pulgadas. Lahire observó que, á través de la tierra cubierta de algunas hierbas, la penetración nunca llega hasta dos pies.

«Examinando gruesos montones de tierra de huerto de «ocho ó diez pies de espesor que no se los había meneado «muchos años hacía, y cuya cima se hallaba casi á nivel, observé que el agua de las lluvias no penetró nunca más allá «de tres ó cuatro pies de profundidad.» (Buffon, *Teoría de la tierra*, discurso 2º)

grado de porosidad de la tierra sobre la que cada uno de ellos ha hecho sus experimentos, ó del tiempo que se pasó entre la lluvia y el experimento. Debe advertirse que estos observadores y otros muchos no hablan sino de la profundidad, en la cual han hallado el agua inmediatamente ó poco después de las lluvias; pero no nos dicen que con el tiempo bajan dentro de la tierra grandes cantidades de aguas pluviales á toda clase de profundidad.¹ y que algunas se hallan en el fondo de ciertas minas y grutas, las cuales no han podido llegar allá, sino atravesando masas de terreno de un espesor de muchos centenares de pies. «Es una observación constante de los minadores, en especial de los de Cornualles, que en las minas situadas en

1. Pluche, por uno de esos desvíos de que no pueden siempre preservarse los buenos autores, afirma sin ninguna restricción, que *las aguas de la lluvia que penetran dentro de la tierra van al mar aunque se hallen mucho más abajo que su nivel*.—Poco después repite la misma aserción por dos veces distintas, bien que en términos diferentes, y cita algunas corrientes subterráneas de agua que efectivamente conducen sus aguas al mar por conductos más bajos que su nivel. (*Espectáculo de la naturaleza Conversación XXI*.) Si ese naturalista hubiese observado las cosas de cerca, hubiera visto, como yo, que las aguas de la lluvia que caen en el interior de los continentes y empapan la tierra, no van á salir más allá de los arroyos que hay cerca de ella, ó de los ríos más cercanos, y sólo van al mar por debajo de tierra aquellas que caen sobre terrenos poco distantes del mar.

medio de ciertos terrenos calizos, el agua aumenta en las galerías más profundas, pocas horas después que ha empezado á llover en la superficie de la tierra. La fuerza de los manantiales que salen de tierra al pie de las escarpas verticales de terrenos calizos gredosos, aumenta mucho inmediatamente después de la lluvia.» (Arago; *Noticia sobre los pozos artesianos.*)

Todo lo que puede decirse en general sobre esta materia, es que todas las veces que los meteoros acuosos han derramado sus aguas sobre la tierra, estas aguas durante las primeras horas no bajan sino á una profundidad muy insignificante. La primera capa es la que está más empapada, la segunda lo está un poco menos, y menos todavía la tercera; de modo que las capas de tierra se hallan tanto menos humedecidas cuanto están más profundas.

La cantidad de agua que puede recibir en su interior una masa determinada de terreno, varía también mucho, y no puede compararse á la que puede contener otra masa de iguales dimensiones, pero que es más ó menos porosa. Por ejemplo, un metro cúbico de terreno muy esponjoso, puede absorber cien veces, mil veces más agua, que otro metro cúbico muy compacto: así se ve á menudo que, de dos montañas que tie-

nen á poca diferencia la misma altura y la misma extensión, la una da veinte veces, cien veces, y mil veces más agua de fuente que la otra.

Hay todavía otra causa, pero exterior, de la desigualdad entre los manantiales que producen dos terrenos de la misma naturaleza y de igual extensión; tal es cuando el uno está cubierto de árboles y el otro no. Así, la superficie, la constitución, la configuración del terreno y la cantidad de agua pluvial que cae sobre los dos terrenos pueden ser á poca diferencia iguales, y ser diferente el volumen de los manantiales que ellos producen: porque todo terreno cubierto de árboles produce manantiales más abundantes ó más numerosos que aquel que no los tiene.¹ Es-

1. «La proximidad de los bosques ejerce una influencia muy grande sobre el estado de la atmósfera, así como la ejerce también muy grande sobre los manantiales que se hallan dentro de su terreno. La destrucción de los bosques, facilitando la eveporación de las aguas, suspende su infiltración, y hace por lo mismo que se sequen los manantiales.» (Héricart de Thury, § 199.)

«Se observa en los lugares en que se han hecho desmontes de alguna extensión, que los arroyos disminuyen de volumen, porque después que se arrancaron los céspedes, las tierras movedizas, arrastradas á los terrenos bajos, han dejado en descubierto las hiladas de rocas de que están formadas las montañas. Así es que la lluvia no hace más que pasar rápidamente por ellas para ir á engrosar de un golpe los ríos; cuando antes, recibida por las tierras cubiertas de céspedes que había en la superficie de las cordilleras, sólo salía de sus flancos poco á poco y lentamente para formar manantiales que, desparramándose gradualmente, mantenían los arroyos

ta causa es muy real, pero no es más que secundaria, y por lo general se exageran sus efectos, de manera que no debe creerse que un terreno está desprovisto de manantiales, porque no está cubierto de árboles. No hay duda que la falta de árboles hace menguar los manantiales, pero no los destruye, ó no destruye sino aquellos que tienen poquísima agua.

Cuando las lluvias y los otros meteoros acuosos caen sobre la tierra, encuentran en ciertos puntos terrenos impermeables, y en otros puntos terrenos permeables.

Los *terrenos impermeables* son aquellos que el agua no puede penetrar, y sobre los cuales se ve forzada á escurrirse ó detenerse en los huecos que encuentra. Los principales terrenos de esta clase son las rocas macizas, ciertas rocas de agregación, las arcillas y las gredas. Estas dos últimas especies, mezcladas en cierta cantidad con terrenos naturalmente permeables, los vuelven impermeables.

Todas las rocas macizas, estratificadas ó no, de mucha extensión, sin fisuras verticales ni

«todo el año. Lo que parece más cierto es que los manantiales se agotan más pronto que antes en los distritos en que las montañas están al descubierto á consecuencia de los desmontes.» (*Estadística del departamento del Lot*, por Delpon, tom. I, págs. 117 y 121.)

oblicuas, ó que las tienen tan estrechas que el agua no las puede penetrar, son rocas impermeables. De este número son los granitos, los pórfidos, los gneis, los micasquistos, los cuarzos, las sienitas, los asperones, los protógines, etc. El conocimiento profundo de este corto número de rocas puede poner á cualquiera en estado de discernir las otras rocas impermeables. Siendo estos terrenos impenetrables por las aguas pluviales, no pueden jamás producir manantiales por sí mismos; sin embargo, cuando están cubiertos ó entremezclados con capas permeables, que pueden sólo ellas, recibir, filtrar y hacer salir otra vez las aguas pluviales, en este caso las capas impermeables concurren poderosamente á la formación de los manantiales por cuanto impiden á las aguas el que bajen á grandes profundidades, las reúnen, las llevan sobre sí, y las transmiten fuera de tierra.

Llámanse *terrenos permeables* aquellos que las aguas pluviales pueden penetrar más ó menos profundamente. Estos terrenos son de tres clases. Los unos se componen de rocas no estratificadas, divididas en pedruscos y fragmentos de todas formas, separados los unos de los otros por hendeduras ó rajaduras que tienen toda especie de direcciones; otros se componen de ro-

cas de estratificación casi horizontal, divididas por fisuras verticales en pedruscos prismáticos y de poca extensión; y otros, por fin, son terrenos desagregados ó detríticos. Las aguas pluviales penetran estas tres especies de terrenos de diferente manera.

1º Los principales terrenos que se componen de rocas no estratificadas, hendidas en todas direcciones, y bastante desunidas para dar paso al agua, son: ciertos bancos de gneis, las esquistas mezcladas de mica, los filados, las serpentininas, los trapps, ciertas gredas, los espejuelos, etc. Como las aguas pluviales que caen sobre estas rocas no pueden penetrar en el interior de los pedruscos ó fragmentos sólidos que las componen, mojan solamente las superficies y los ámbitos de los pedruscos, se introducen poco á poco en todas las hendeduras verticales y oblicuas que encuentran, por extrañas que sean sus direcciones, y bajan constantemente y con lentitud hasta la capa impermeable que se halla siempre más abajo en profundidades muy variables.

2º Las aguas pluviales que caen sobre rocas de estratificación casi horizontal, y divididas por fisuras verticales en pedruscos de poca extensión, tampoco pueden humedecer el interior

de estos pedruscos, y no pueden mojar más que la superficie y los costados. Como no se halla casi ninguna hilada que esté perfectamente á nivel, y todas las de una misma estratificación concuerdan ordinariamente entre sí, las aguas corren sobre los pedruscos, y siguen su declive hasta que encuentran una fisura vertical que les permita bajar sobre la hilada inferior. Como cada fisura vertical de la hilada superior cae de ordinario sobre el centro de un pedrusco de la hilada inferior, las aguas siguen la inclinación de los nuevos pedruscos hasta su extremidad inferior, en donde encuentran una nueva fisura vertical que les permite bajar sobre la hilada inferior, y así consecutivamente de hilada en hilada hasta la capa impermeable que sostiene toda la masa estratificada. Las principales rocas estratificadas permeables son: los asperones, las calizas, las gredas sólidas, etc.

Es muy común la persuasión de que los manantiales ocultos se hallan en profundidades extraordinarias, y este error se ha acreditado en muchos lugares con motivo de la profundidad que ha tenido que darse á ciertos pozos que se han abierto á la ventura. No obstante, escogiendo el lugar de una excavación con discerni-

miento, y según las reglas que vamos á dar, se hallará, por lo general, que las aguas que circulan dentro de la tierra no pueden penetrar hasta grandes profundidades sin encontrar una, y á menudo muchas capas impermeables que las privan de bajar indefinidamente. Aunque estas capas no se muestran en todas partes en la superficie del terreno, no es por esto menos probable su presencia á una mediana profundidad, porque, según opina Buffon, «la greda «forma la cubierta de la masa entera del globo. «Los primeros lechos se hallan inmediatamen- «te debajo de la capa de tierra vegetal, no me- «nos que debajo de los bancos calcáreos, á los «que sirve de base. Allí es, sobre esta tierra «firme y compacta, donde se reúnen todos los «hiletos de agua que bajan por las hendeduras «de las rocas, ó se filtran al través de la tierra «vegetal. Las capas de greda, comprimidas por «el peso de los lechos superiores, y teniendo «ellas mismas un grande espesor, se hacen im- «permeables al agua, que no puede humedecer «sino la primera superficie; y todas las aguas «que llegan á esta capa arcillosa, no pudiendo- «la penetrar, siguen la primera pendiente que «se les presenta, y salen en forma de manan- «tiales entre el último banco de rocas y el pri-

«mer lecho de greda.» (Buffon, *Min., arcillas y gredas.*) Este sabio expresa la misma opinión en otros siete lugares de sus obras. Wallerius piensa de la misma manera, pues dice (§ 19): *Argilla maximam constituit partem terrarum.* «La arcilla forma la mayor parte del globo terráqueo.» (*El traductor.*)

3º El terreno detrítico está compuesto de restos ó detritos de rocas y de cuerpos organizados, y forma la capa superficial, desagregada, y ordinariamente de muy poco grueso, que cubre toda la sobre haz del globo, y en la cual crecen todos los vegetales. Algunos geólogos la han llamado *tierra vegetal*; pero el nombre de detrítico le conviene mejor, atendido que en muchos sitios no se ve absolutamente ningún vegetal. La composición de este terreno nada tiene de constante, porque, dependiendo principalmente de la naturaleza de las rocas que cubre ó que lo rodean, varía como ellas, de una localidad á otra, porque está formado casi enteramente de sus restos. Cuando al descomponerse estas rocas se convierten en arena, este terreno se llama *tierra arenosa*; si estas rocas son calcáreas toma el nombre de *tierra calcárea*, etc. Este terreno toma también un número infinito de modificaciones por la mudanza y las

mezclas que en él opera el cultivo, por el abono que se le echa y por los destrozos que las aguas corrientes depositan en el mismo. Contiene también muchos destrozos de animales, de vegetales y otros objetos producidos por la industria de los hombres.

Cuando las aguas pluviales caen sobre terrenos desagregados ó detríticos, los que son muy porosos y esponjosos, cada gota es absorbida en el mismo punto en que ella toca el suelo. Estas aguas penetran las primeras capas de la tierra á las que traen el nombre de *humor*, de *humedad*, se mezclan íntimamente á ellas, llenan todos sus poros, y parece que no tienen movimiento alguno. Sin embargo, todas aquellas que no se han evaporado ó no han sido chupadas por las plantas, no quedan inmóviles ni un instante. En virtud de su liquidez y de su gravedad, van bajando continuamente. Su movimiento es lento, insensible y dirigido por los intersticios de la tierra que encuentran. Las partículas de agua, bajando con celeridad desigual, se encuentran unas con otras, se asocian, forman primeramente pequeñitos veneros, innumerables é imperceptibles, que se aumentan poquito á poco hasta que llegan á hacerse hiletos perceptibles. Estos hiletos de agua, conti-

nuando en hundirse debajo de tierra, se reúnen con otros en diferentes intervalos, encuentran capas impermeables que les hacen tomar una dirección oblicua cada vez menos inclinada, y al fin y al cabo forman corrientes de agua subterráneas, cuyo volumen aumenta á medida que se alejan del lugar en que han tenido origen. Así, pues, cuando se ve brotar un manantial, no se debe creer que forma debajo de tierra una corriente de agua única, horizontal y del mismo volumen en todo el espacio que ha corrido, como se lo imaginan muchísimas gentes. Todo manantial es producto de una infinidad de pequeños veneros y de hiletes de agua que se han echado los unos dentro de los otros, aumentando á medida que han adelantado en su camino y han formado la corriente de agua que se ve salir en la sobrehoz de la tierra.

La formación de un manantial y su circulación por debajo de tierra son muy semejantes al movimiento de la savia dentro de la raíz rastrera de un árbol. Esta raíz se alarga y se extiende casi horizontalmente, se divide y subdivide en nuevas ramas á medida que se prolonga, echa en toda su longitud y en sus extremidades una infinidad de pequeñas hebrillas que llaman *barbillas*, cuyas funciones son chupar

los humores de la tierra. Desde el momento en que estos humores han entrado en las hebrillas, toman el nombre de savia, pasan sucesivamente, y concentrándose siempre más, de las barbillas á las pequeñas raíces, de éstas á las medianas y de las medianas á la grande raíz que los transmite al pie del árbol. De la misma manera la humedad que la tierra adquiere durante las lluvias, se condensa, se escurre insensiblemente por los poros y los intersticios que encuentra abiertos por las aguas anteriores, y forma pequeños hiletes; estos pequeños hiletes, obedeciendo á las leyes de la gravedad, principian á bajar, tienden constantemente á reunirse los unos á los otros en su descenso, y se reúnen, en efecto, hasta que encuentran una capa compacta que los priva de bajar más, los obliga á correr por una pendiente poco inclinada y las más de las veces á salirse fuera.

La formación de un manantial debajo de tierra es aún mejor figurada por la formación y circulación de los arroyos, de los ríos ordinarios y de los ríos caudalosos que corren por la tierra. Puede cualquiera formarse una idea muy exacta echando una mirada sobre una carta geográfica que represente con toda exactitud todas las ramificaciones de una de esas corrientes de

agua. Un río caudaloso se forma de muchos ríos ordinarios, los ríos ordinarios de un gran número de arroyos, y los arroyos de una infinidad de regueras y de manantiales. Así como un río caudaloso, no sólo recibe ríos ordinarios y arroyos considerables, sino que recibe también en toda la extensión de su curso una infinidad de manantiales y de pequeños veneros de agua; así también un manantial, al mismo tiempo que sigue su curso, no sólo recibe otros manantiales casi de su mismo volumen ó de otro menor, sino también una infinidad de veneros y venericos de agua que contribuyen continuamente á engrosarlo. ¹

Esta manera de explicar la formación y el modo de correr de los manantiales debajo de tierra es mucho más natural y más bien confirmada por todas las excavaciones que se hacen continuamente, que la suposición de esos lagos, depósitos, arcas y acopios de aguas subterráneas que nadie ha visto jamás funcionar, y

1 «En el seno de la tierra sucede lo mismo que se observa en la superficie, y es, que las corrientes pequeñas van siempre á echarse dentro de las más considerables. Así «pueden considerarse esos enormes manantiales como verdaderos ríos caudalosos subterráneos que se forman de la reunión de una infinidad de arroyos.» [*Nuevo Dicción. de Hist. nat.*, art. *Source*.]

de que hablan gran número de autores ¹ sin que citen ni un ejemplo. Al paso que admiten que las aguas pluviales son las que producen los manantiales, estos autores no han podido concebir la formación y el modo de correr de un manantial sin imaginar un depósito lleno de agua y situado en el interior de la montaña para abastecerlo. Ellos nos representan esos *depósitos* como que se llenan al tiempo de las lluvias, horadados en su fondo para dejar salir poco á poco el agua que ellos contienen, y manteniendo cada uno su manantial hasta que estén agotados. La abundancia y la duración de cada manantial está proporcionada, según ellos, á la capacidad de su depósito y al diámetro del orificio por el cual sale el agua. Otros hay que, al ver salir muchos manantiales alrededor de ciertas montañas, se han imaginado que en el interior de cada una de ellas hay un sólo depósito que abastece de agua á todos estos manantiales; y otros, en fin, sin examinar el modo con que puede verificarse, creen que un grande manan-

1 Véase Séneca, *Quest. nat.*, lib. III; Buffon, *Teoría de la tierra*, discurso II; Richard, *Hist. nat. del aire*, discurso VIII, § 5; D'Aubisson, tomo I, nota 7; Demerson, *Geol.*, pág. 74; Héricart de Thury, *Consid. geol.* §§ 330, 343, 344; Boué, cap. IV, § 3; Cuvier, *Rech.*, tomo IV, pág. 556; Huot, *Geol.*, cap. VIII; Rivière, *Geol.*, cap. III, etc.

tial, que ellos llaman el *manantial principal* (la *source mère*), existe en el interior de cada montaña, el que se divide y subdivide al bajar y abastecer de agua á todos los manantiales que salen en el contorno de ella. Así es que en muchísimas partes he visto gentes imbuidas de estas falsas ideas, que para aumentar el volumen de un manantial que veían salir de tierra, abrían zanjias largas y profundas para llegar á este pretendido manantial principal, las que tomaban por punto de partida el lugar en donde salía el manantial y seguían su conducto hacia arriba; pero cuanto más iban en su busca, tanto menos abundante lo hallaban, como así debía ser. Todos esos lagos, depósitos, acopios de agua y todos esos manantiales principales, que se han supuesto en el interior de las montañas para mantener los manantiales, deben ser reputados como quimeras.¹

Por cierto que no pretendo negar que los manantiales en su curso subterráneo puedan algunas veces atravesar hoyas llenas de agua; lo que sucede especialmente en los terrenos cavernosos. Tampoco negaré que un manantial, al sa-

¹ «En Bex (Suiza) se han seguido los manantiales de «agua salada á más de una legua adentro de la montaña, sin «encontrar depósito alguno.» (La Métherie, § 1.246.)

lir de una de estas hoyas, pueda tener más volumen que cuando entró, porque la hoya puede recibir por sus lados otros manantiales; y de esta manera una multitud de corrientes de agua visibles atraviesan lagos y aumentan de volumen con los afluentes laterales: pero estas dos hipótesis, que yo admito sin ninguna repugnancia, distan mucho de la existencia de estas hoyas sin número que se llenarían repentinamente en tiempo de lluvias, y se vaciarían poco á poco para mantener los manantiales. Sería lo mismo que si dijéramos que el lago de Ginebra abastece de agua al Ródano, el lago de Constancia abastece al Rhin, etc.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA VARELA
FALCÓN
1900

CAPÍTULO XV.

LÍNEAS QUE SIGUEN LOS MANANTIALES DEBAJO DE TIERRA.

Los innumerables veneros é hiletos de agua que se forman en las montañas y colinas permeables, cuando han bajado hasta las capas impermeables, no toman el curso á la ventura, sino que se dividen debajo de tierra de la mis-

ma manera que las aguas pluviales en su superficie, de suerte que la prominencia exterior indica y sigue con la mayor exactitud la línea que separa las aguas subterráneas, y cada una de las dos vertientes conduce todas las pequeñas corrientes de agua subterráneas que en ellas se pueden formar dentro del vallecito, hacia el cual está inclinada dicha vertiente.

Estos hiletes tienden hacia el fondo de los vallecitos; porque, en los terrenos estratificados, las hiladas que componen las dos laderas, están, las más de las veces, inclinadas hacia la misma parte que la superficie de las mismas laderas, y van bajando por una y otra parte hacia el *thalweg*.¹ Cuando las dos laderas se componen de terrenos no estratificados, los hiletes de agua tienen aún propensión á ir del interior al exterior; porque, como el vacío que forma el vallecito, no presenta resistencia alguna á su curso, hallan mucha más facilidad en ir de den-

1 Cuando los bancos de una montaña están inclinados al horizonte, se elevan de un lado y se bajan por el otro. Saussure, § 281. Las capas se hunden por los dos lados hacia el fondo del *thalweg*. (*Mém. géol.* de M. Boué, pág. 3.) Estas aserciones, si bien son verdaderas en los más de los casos, tienen, no obstante, muchas excepciones: así Buffon, en la adición al artículo de los terremotos, no expresa esta opinión sino con restricción. Se hallan con frecuencia—dice—entre dos eminencias cercanas, capas que descienden de la primera y suben á la segunda después de haber atravesado el vallecito.

tro á fuera por los conductos que les han abierto las aguas precedentes, que en hundirse indefinidamente al través de las masas sólidas y muy poco permeables de los terrenos no estratificados.

Siendo generalmente poco considerable la anchura de las colinas, son de ordinario poco importantes los hiles de agua que cada mitad envía hacia el fondo de su vallecito: pero reuniendo el *thalweg* del vallecito todos los hiles de agua que le vienen de las mesetas, de las laderas y de las dos partes de la llanura que forman su hoya, puede reunir una corriente de agua de alguna consideración. Así es que casi siempre se ven salir de tierra los manantiales en el fondo de los valles y en la línea del *thalweg*; y cuando no los hay visibles, los hay ocultos, y corren por debajo del terreno de transporte. Apoyado sobre el conocimiento de muchos millares de fuentes naturales que he observado, y sobre el gran número de excavaciones que se han hecho á indicación mía, puedo asegurar que, salvas algunas excepciones que se indicarán más adelante, *en cada valle, vallecito, desfiladero, garganta y pliegue de terreno hay una corriente de agua visible ú oculta*. La que es visible, corre por la superficie del terreno, por-

que está sostenida por una capa impermeable; y la que está oculta, corre también sobre una capa impermeable, pero está cubierta de un terreno permeable que no puede sostenerla en la sobrehaz de la tierra. Así, pues, el que conoce bien las leyes que rigen las corrientes de agua visibles, puede conocer y seguir paso á paso una corriente de agua oculta, porque todas están sujetas á las mismas leyes y se conducen de la misma manera.

He dicho que la corriente de agua que hay en cada vallecito, es visible ú oculta; y, en efecto, hay vallecitos que tienen una corriente de agua permanente y visible en toda su extensión; otros, en los que la corriente de agua no mana sino en tiempos de lluvia ó poco después, y se queda en seco lo restante del año; otros, en que la corriente de agua no se deja ver sino en el lugar en donde nace, corre exteriormente un corto trecho, y desaparece absolutamente ó no vuelve á salir sino en las inmediaciones del río que tiene allí cerca; otros, que están absolutamente secos en la parte más elevada, pero después de algún trecho arrojan uno ó más manantiales de consideración que corren sin intermisión y visiblemente hasta que desembocan en algún río; otros, en los que la corriente de

agua aparece y desaparece cierto número de veces; y otros, en fin, en los que no existe jamás. ninguna corriente visible, y que, por copiosas que sean las lluvias, están siempre secos en toda su extensión.

Casi todo lo que se ha dicho en el capítulo IX sobre una corriente visible de agua, puede aplicarse á una corriente invisible: así, pues, el punto de partida de una corriente invisible de agua ó sea de un manantial, unas veces se halla en una playa elevada, seca, poco hundida y de poca inclinación, y otras veces en un vallecito ahondado á más ó menos profundidad, y en forma de circó.

Cuando un manantial toma origen en una playa elevada que se compone de un solo pliegue de terreno, todos los primeros hiletos de agua convergen hacia un centro común que ocupa el lugar más bajo. Si esta playa se compone de muchos pliegues de terreno, no siendo éstos iguales entre sí, sienpre hay uno que se distingue de los otros, el cual parte de más lejos, es más profundo que los demás, y todos éstos que son menos profundos van á conducirle el hilete de agua que cada uno ha recogido. Para formarse una idea exacta de la manera con que se forma un manantial debajo de

tierra en un pliegue de terreno, no hay más que hallarse sobre el lugar cuando cae una fuerte lluvia, y observar bien el modo con que corren las *aguas salvajes* ¹ sobre el terreno, y se reúnen para formar la corriente de agua que momentáneamente se verifica en la superficie: puede tenerse por cierto, que la pequeña corriente de agua, permanente y oculta, se forma y anda debajo de tierra de la misma manera, y que sus venericos y veneros siguen debajo de tierra las mismas líneas que las aguas de la superficie. ² Aun en tiempos que no son de lluvia puede cualquiera también hacerse una idea de cómo se forman y corren, y del punto en que se reúnen las aguas pluviales, para comprender cómo se forman y marchan las corrientes ocultas de agua.

Cuando un manantial toma origen al extremo de un vallecito que tiene la forma de un circo, todos los hiletos de agua que pueden pro-

1 Llámanse *aguas salvajes* las que no corren sobre tierra sino en tiempo de lluvias, y cuando se derriten las nieves y los hielos.

2 Este principio era ya conocido de Séneca, y lo han confirmado plenamente todas mis observaciones y experimentos: generalmente hablando, las corrientes de agua observan debajo de tierra las mismas leyes que en el exterior: *Sunt et sub terra minus nota nobis jura naturæ, sed non minus certa: crede infra quidquid vides supra.* [Sén., lib. III, Quæst. nat.]

ducir las mesetas y las laderas que lo dominan, convergen á poca diferencia como los rayos de un semicírculo hacia el centro de este circo, y van á formar allí el manantial. El punto central de un circo se halla siempre al pie de la pendiente rápida y semicircular que forma, por decirlo así, sus muros.

Al partir del fondo del pliegue del terreno ó del centro del circo, el *thalweg* comienza á distinguirse, la pendiente del fondo del vallecito se suaviza, y el manantial que tiene ya un tal cual volumen, sigue constantemente el *thalweg* del vallecito, tanto si forma una línea casi recta, como si ésta es tortuosa. Así es como se forman y andan los manantiales en el punto en que comienzan todos los vallecitos, tanto principales como secundarios. El manantial que se halla en el vallecito principal, reúne de trecho en trecho otros manantiales más ó menos considerables que le traen los vallecitos secundarios, y hacia la embocadura de los cuales se inclina aquél para ir á recibirlos.¹ Cuanto más considerable es el manantial que el primero

1 A consecuencia de esta observación y de lo que se ha dicho en el capítulo IX sobre la inflexión que hace una corriente de agua para ir á buscar otra cuando ésta es de alguna consideración, todas las veces que se me ha puesto á la vista un mapa de Cassini representando un país que yo no había visto nunca, he podido indicar en él el punto fijo en

más reducido, que forma un pequeño ángulo recibe, tanto más se desvía éste de su línea recta.

La parte inferior de las escarpas y de las laderas que no hacen ondas, le suministran también algunos hiletos de agua, que por lo común son tenues, y hacia los cuales no hace ninguna inflexión para ir á reunírseles.

No es posible formarse una idea del número prodigioso de manantiales, grandes y pequeños, que cada corriente de agua, tanto subterránea como visible, recibe de ambos costados en toda la extensión del terreno por donde pasa, cuya existencia nadie ha sospechado jamás; porque cada vallecito, cada garganta y cada pliegue de terreno le trae un manantial. Hasta el punto

que cada manantial considerable sale de tierra en las orillas de un río ó de un arroyo. Sabiendo que todas las veces que una corriente de agua permanente y visible hace un recodo hacia un vallecito seco que siempre está marcado con mucha exactitud en estos mapas, indica la proximidad de un manantial que la tal corriente va á recibir: yo he anunciado siempre, con grande asombro de los que conocían las localidades, que en la desembocadura de tal vallecito había un manantial visible ú oculto y de tal volumen; porque el volumen de un manantial es siempre proporcionado á la extensión del vallecito, y casi todas las veces el tal manantial estaba á descubierto.

A últimos de Agosto de 1835, el día después de mi llegada á Poitiers, los directores del Seminario daban á los miembros del cabildo de aquella ciudad una comida á la que tuve el honor de ser invitado. Habiendo oído decir aquellos seño-

entrante ó un semicírculo al pie de una escarpa cuya base está en los límites del llano bajo, encierra de ordinario un manantial: esto sucede indubitavelmente todas las veces que se ve, sobre la meseta que domina este punto reducido, un vallecito ó bien una serie de hoyos que se dirigen en línea recta hacia este punto reducido.

Todas las veces que el terreno de que se compone el fondo de un vallecito es bastante sólido para que en tiempo de grandes lluvias pueda formarse en su superficie una corriente de agua, el curso de agua subterráneo y permanente sigue con bastante exactitud la misma línea que la corriente de agua superficial y momentánea, en todos los lugares en que las ba-

res que yo indicaba los manantiales sobre los mapas de Cassini, al levantarnos de la mesa hicieron traer los del país. M. Samayaul, vicario general, me presentó uno y me dijo: *Caballero, yo he sido párroco en aquella parroquia, que él me mostraba con la punta del dedo; en todo su territorio no hay más que un manantial conocido; ¿podría V. indicarlo?* Después de haberlo examinado unos cuantos segundos, respondí: *Este manantial se halla á unos 120 metros al Poniente de aquella casa.*—Señores, dijo lleno de admiración el vicario general, dirigiéndose á los concurrentes, *esta designación es de una exactitud perfecta: el manantial se halla precisamente en el punto que el señor indica con la punta de su cortaplumas y á unos 120 metros al Poniente de aquella casa aislada, y sin embargo no se ve en este mapa ningún indicio de fuente ni de arroyo.* Otros miembros del cabildo me hicieron muchas preguntas del mismo tenor, y á todas contesté de la misma manera.

ses de las dos laderas están contiguas. Lo mismo sucede también en los llanos bajos cuando las dos pendientes laterales están inclinadas hacia el canal de la corriente de agua momentánea.

Sin embargo, esta concordancia de las dos corrientes de agua, que andan la una sobre la otra en tiempo de lluvias, desaparece con frecuencia: 1º, con motivo de la estratificación de las laderas; 2º, por los trabajos hechos por la mano del hombre, y 3º, por las corrientes de agua visibles, abandonadas á sí mismas en las llanuras. Y esto es lo que debe llamar la atención del hidróscopo.

1º El *thalweg* visible no concuerda con el *thalweg* invisible, cuando las rocas que componen las dos laderas tienen una misma estratificación, y las hiladas de la ladera que tiene una pendiente suave van á hundirse debajo de las hiladas de la ladera opuesta que es más rápida. En este caso la corriente de agua subterránea pasa al pie de la ladera más rápida; y alguna vez, lo que sucede muy rara vez, hasta se sale del *thalweg* que forman las dos laderas, y se va por debajo de las estratas de la ladera más rápida. Este extravío se continúa, unas veces tan sólo en una parte del vallecito, y otras veces

en toda su longitud. Así es que alguna vez se ve á esta corriente salir de tierra á la orilla del río, no enfrente del centro del vallecito que la ha conducido, sino que se derrama al pie de una escarpa, tan pronto á la derecha del desembocadero del vallecito, tan pronto á la izquierda, según esté inclinada de la una ó de la otra parte la estratificación de las dos laderas. Otras veces la corriente de agua que así se ha desviado, sale de los flancos de la ladera más rápida, y hasta más arriba del nivel que forma el terreno de aluvión en el vallecito; y aquel que no advirtiese que es conducida allí por la estratificación concordante de las dos laderas, creería que proviene del centro de la colina de la que sale.

Hasta hay ciertos lugares en que la corriente de agua subterránea deja el vallecito, dentro del cual se ha formado y ha andado para pasar al vallecito inmediato. Esto puede suceder: primero, cuando la colina que separa los dos vallecitos es enteramente desagregada, y el agua encuentra en ella un corrimiento mucho más fácil que en el terreno de transporte de que está lleno el fondo del vallecito; segundo, cuando las hiladas de que está formada la colina, se han elevado ó hundido algún tanto, y

tercero, cuando las hiladas se tienen derechas al través del vallecito y forman un atajo que se extiende hasta el vallecito inmediato. Este cambio de vallecito de parte de las corrientes de agua subterráneas sucede muy rara vez, y sólo tengo noticia de haber ocurrido cinco ó seis veces. Si se examina con atención el vallecito, será muy fácil conocer si hay alguno de estos tres accidentes, y, por consiguiente si las corrientes se desvían.

2º Se observa muy á menudo en los vallecitos secos, en los que algunos propietarios, para reunir dos campos que estaban separados por un arroyo que no lleva agua sino momentánea ó temporalmente, han cegado su canal, y le han abierto otro nuevo, más ó menos distante del verdadero. Otros, para economizar el terreno, en vez del lecho sinuoso que seguía el arroyo, le han abierto otro en línea recta. Otros, en fin, han quitado insensiblemente de su lugar el lecho de este arroyo, construyendo diques en toda la extensión de sus propiedades, haciendo así corroer poco á poco el ribazo de la orilla opuesta, pero el antiguo lecho de un arroyo quitado de su sitio es fácil de conocer casi en todos los lugares.

3º Los arroyos momentáneos y temporarios

que pasan por las llanuras cuando nadie se los impide, forman, cuando hay fuertes lluvias, terromonteros en sus orillas que ellos van elevando poco á poco; y cuando después de largo tiempo, su canal se halla más elevado que lo restante de la llanura y colocado sobre una especie de cima, lo abandonan para ir á abrirse otro en la parte más baja.

Como las corrientes de agua subterráneas nunca son cambiadas de puesto por los trabajos de los hombres, ni por los terromonteros que tienen lugar en la superficie del suelo, siguen siempre el verdadero *thalweg*; y el arroyo que corre durante un tiempo limitado por la superficie, no puede en ninguno de estos casos servir de guía para conocer la línea que sigue la corriente de agua subterránea. Entonces, pues, se ve uno obligado á buscar los vestigios del canal primitivo, suponiendo que el cultivo ó los terromonteros no los hayan borrado enteramente, ó bien servirse de los medios siguientes:

Siempre que se conozca que en el lugar que se quiere excavar para hallar agua, el *thalweg* visible es diferente del *thalweg* invisible, lo que no sucede sino en las partes de los vallecitos que están en el llano, es preciso observar con

atención los dos planos inclinados que forman las dos laderas opuestas, y saber que la corriente de agua sigue debajo de tierra su línea de intersección. Así, pues, si la pendiente de las dos laderas es igual, el curso de agua subterráneo se halla á igual distancia de las dos líneas costaneras; si la pendiente de las dos laderas es desigual, por ejemplo, si la pendiente de la una es un tercio, un cuarto, un quinto, etc., más rápida que la de la otra, la corriente de agua se aproximará á la ladera que tiene más pendiente á proporción de su rapidez; y si la una de las dos laderas es una escarpa, la corriente de agua subterránea pasa al pie de ella.

El *thalweg* subterráneo es también indicado por derramamientos de agua que son de corta duración. En muchos parajes sale sobre la línea del *thalweg* y siempre de dentro de las rocas una corriente de agua cada vez que llueve mucho; ¹ en otros parajes, las lluvias poco abun-

1 Al pie de la cuesta de Chatagna, en el Jura, hay una hendedura de la roca, por la cual sale en invierno un grueso chorro de agua que tiene cerca de cuatro metros de elevación. En verano esta fuente está enteramente seca.—El pozo Negro y el pozo Blanco, cerca de las ruinas de la antigua ciudad de Antres en el mismo departamento, son una especie de abismos muy profundos por los cuales sale el agua á torrentes después de las grandes lluvias y derretimiento de las nieves.—El pozo de Ornans (Doubs) ofrece el mismo fenómeno, y arroja, cuando rebosa, una gran cantidad de pes-

dantes ó de poca duración producen la misma erupción. Esta corriente de agua no se derrama fuera de tierra cada vez que llueve, sino porque su volumen ordinario se ha aumentado, y entonces su conducto se encuentra insuficiente para darle paso. Toda la parte de la corriente de agua que no puede pasar por este conducto se sale afuera durante las lluvias y hasta algún poco de tiempo después. En ciertos parajes esta erupción se verifica por medio de una manga ó conducto vertical que permanece siempre abierto; y en otros, el agua se eleva por en medio de los cascajos ó del terreno detrítico que oculta la abertura del peñasco por donde se escapa. Así, pues, al hacer la excavación, no hay más que seguir esta manga para estar seguro de hallar la corriente de agua permanente, y las más de las veces á una pequeña profundidad, á menos que no sea una de aquellas corrientes que no vienen de muy lejos, ó que, con motivo de la excesiva pendiente de su canal, no manan sino cuando llueve y se quedan secas bien pronto. Así, pues, *en todo vallecito*

cados.—El pozo de Loule, situado en el *thalweg* de un vallecito en el pueblo de San Juan de Laur, departamento del Lot, está seco todo el año; pero durante las fuertes lluvias arroja una cantidad de agua tan grande que forma un arroyo de consideración.

seco, que tenga de largo algunos centenares de metros, y el fondo de rocas ó cubierto de tierra de transporte, ya sea poco ó muy profundo, ancho ó estrecho, hay una corriente de agua que sigue su thalweg subterráneo, y casi en todos los puntos puede cualquiera conocer exactamente la línea recta ó tortuosa que ella describe y seguirla paso á paso.

El conocimiento de las líneas que siguen las corrientes de agua debajo de tierra, no solamente sirve para hacerlas descubrir, sino que suministra también el medio para evitarlas cuando así conviene. Nadie ignora que los manantiales causan muchos perjuicios á las minas de hulla; que en sus aguas se ahogan de cuando en cuando los mineros; que el sacarlas cuesta muchos millones todos los años; que en todos tiempos han sido ellas la causa de que se haya abandonado un grandísimo número de minas que se había visto eran muy ricas, unas desde el principio y otras en plena explotación; y que las pérdidas que se han seguido de haberse tenido que abandonar estas empresas, se cuentan por millones por centenares de miles de francos. En lo sucesivo los ingenieros de minas que se tomaren la pena de estudiar las líneas que los manantiales siguen debajo de tierra, podrán di-

rigir las galerías de tal manera que no encontrarán ninguno de ellos. Podrán á lo más interceptar algunos hiletos de agua insignificantes que van á reunirse con los manantiales, ó bien algún manantial cuya corriente se halla desviada; pero este último caso es extremadamente raro. Cuando ellos deban hacer excavaciones para sacar piedras, sal gemma, yeso, etc., este mismo estudio les hará conocer que no deben abrir las canteras ni las galerías sobre corrientes de aguas subterráneas, á fin de preservar aquéllas de la invasión de las aguas.

CAPÍTULO XVI.

PUNTOS EN QUE DEBEN HACERSE LAS EXCAVACIONES.

No todos los puntos de la línea por donde pasa un manantial debajo de tierra son igualmente ventajosos para ponerlo de manifiesto. En ciertos puntos de su curso se halla muy cerca de la superficie del suelo, en otros se halla muy profundo; y tal es muchas veces su pro-

Cuando una montaña se termina en una meseta espaciosa, muy poco inclinada, y cubierta de algunos metros de terreno permeable colocado sobre una capa impermeable, es raro el que no haya allí un manantial que vaya á salir hacia el medio de la meseta ó en el punto más bajo de ella. Las lluvias que caen con mucha más frecuencia sobre las montañas que sobre las llanuras bajas, la grande extensión de las mesetas y la constitución ordinariamente favorable del terreno de la superficie, producen allí algunas veces manantiales de no poca consideración, que en realidad no tienen sino algunos metros de terreno sobre el punto de su desembocadero. Hasta se ven allí lagos, que recogen de la parte de arriba y de los dos lados no pocos manantiales, cuyas aguas vierten aquellos en arroyos permanentes. Como los desembocaderos de estos manantiales y estos lagos no tienen sobre sí más que algunos metros de terreno, esto ha hecho que muchísimas personas, más ansiosas de lo maravilloso que aptas para hacer observaciones exactas, supusieran que estos manantiales están enteramente colocados en la cima de las montañas, y que por lo mismo no pueden proceder sino de montañas más elevadas mediante un sifón encorvado.

Si las mesetas que tienen un espacio suficiente, por ejemplo, 500 ó 600 metros, y, además, un terreno favorable, pueden producir manantiales proporcionados á su extensión, no sucede lo mismo con aquellas que son estrechas y no tienen sino unos 50 metros de extensión; en éstas no se ve manantial alguno, aun cuando fuesen favorables la constitución y la disposición del terreno, porque la falta de espacio es la causa de que no puedan formarse.

Las montañas cónicas y aisladas, cuya base tiene menos de 400 ó 500 metros de diámetro, cualquiera que sea su altura y su constitución, no pueden producir en su circunferencia sino manantiales de muy poco volumen, y las más de las veces no producen ninguno. Lo mismo debe decirse de las colinas prolongadas que no tienen, por ejemplo, más que 400 ó 500 metros de espesor en su base. Si la estratificación y al mismo tiempo las aguas se dividen por mitad en el eje de la colina, no puede ésta, por elevada que sea, producir sino manantiales pequeños y pocos; y muchas veces, si el terreno no es favorable, puede no producir ninguno; pero si la estratificación de la colina lleva todas las aguas á un lado, este espacio puede ser suficiente para formarlos de bastante volumen.

Manantiales en las vertientes.

En las vertientes de las montañas y de las colinas que tienen muchos kilómetros de grueso pueden hallarse manantiales de consideración. Antes de indicar los puntos más favorables que pueden hallarse en ellas, debe hacerse una observación que ha de preceder y aun dominar todas las otras, y es la inclinación de las hiladas que aquellas encierran.

Cuando una montaña ó colina prolongada tiene en la parte superior una meseta y está colocada entre dos vallecitos, la meseta está ordinariamente más inclinada hacia el uno que hacia el otro; y sus hiladas, cuando las tiene, están paralelas á la superficie de la meseta. Cuando la cresta de división se halla hacia la mitad de la meseta, las dos vertientes tienen cada una sus hiladas diferentemente inclinadas, sus pendientes son casi iguales, y cada vertiente lleva á su vallecito la misma cantidad de agua; y si la cresta se halla sobre ó hacia una extremidad, la ladera que hay debajo de ella es la más rápida, y algunas veces es escarpada. Las hiladas tienen en esta ladera sus extremidades dispuestas en forma de gradas. Unas veces aparecen aquellas al descubierto, y otras están cubiertas por el te-

rreno detrítico. Todas las aguas pluviales que caen sobre la meseta, siguen la vertiente que tiene la pendiente más suave, y van al vallecito que está más distante de la cresta. Así, pues, nunca deben buscarse manantiales en la ladera más rápida, porque sus hiladas, en vez de conducir las aguas del interior al exterior de la colina, no sólo recogen las que caen sobre la meseta, sino también las que caen sobre las gradas que salen á la cara de la tierra, y las conducen todas á través del espesor de la montaña hasta el pie de la ladera que tiene la pendiente suave. Sabiendo, pues, que las aguas que caen sobre una meseta bajan entre las estratas y siguen su pendiente, por grande que sea la distancia desde la cual se divisa la meseta, puede cualquiera indicar el lado hacia el cual están inclinadas las hiladas de que está compuesta la montaña, en qué lado hay manantiales, y en qué lado no los hay.¹

1 Después de haber observado con atención durante muchos años esta disposición de las capas, y de haber profundizado esta otra observación, que se halla en el capítulo I: *Cada cima de una cresta de montaña es el punto de partida de dos ramales que toman direcciones opuestas, y cada garganta lo es también de dos valles opuestos*; todas las veces que me he hallado delante de una vertiente de una montaña, he podido, mediante el costado que veía, describir con bastante exactitud la vertiente opuesta que nunca había visto é indicar lo siguiente: «De lo alto de tal cima parte un ramal ó una colina que

No hay duda que puede suceder (y yo he visto ejemplos de ello) que las hiladas de las rocas, que regularmente deberían conducir las aguas hacia un valle, se hallan fracturadas verticalmente hasta la capa impermeable que las sostiene, y que ésta tiene una pendiente opuesta á la de las hiladas: entonces las corrientes de agua, en vez de continuar su curso del mismo lado de las hiladas, caen dentro de las hendeduras, bajan hasta la capa impermeable que les presenta una pendiente diferente, y retroceden para ir á salir al pie de la ladera más rápida; pero esto no es más que raras excepciones que no deben tomarse por regla.

«toma la dirección hacia la pendiente que nosotros no vemos; «de tal garganta parte un vallecito que tiene á poca diferencia «tal pendiente, y sigue tal dirección en la parte opuesta de la «montaña;» y cuando el terreno es favorable á los manantiales, hasta he llegado á decir: «Partiendo de aquella garganta, «y siguiendo el fondo del vallecito que hay en la otra parte de «la montaña, después de haber andado á poca diferencia tantos metros, debe hallarse un manantial que tiene poco más «ó menos tal volumen, y desde este manantial la pendiente «cambia y se hace más suave.» En todos los departamentos que he recorrido, millares de personas testificarían estos hechos. Ahora que el lector está enterado de los datos sobre los que se apoyaban estas indicaciones, debe ver que eran muy fáciles de hacer: sin embargo, los espectadores las consideraban muy extraordinarias.

Hé aquí cómo dan cuenta de estas indicaciones los redactores de diarios que se habían hallado presentes:

La *Gaceta del Périgord*, de 16 de Noviembre de 1853. «Ordinariamente, al ver la vertiente de una colina, describe (M.

Cuando las laderas de pendientes rápidas son muy elevadas, teniendo, por ejemplo, 200 ó 300 metros de alto, y el terreno permeable que las cubre no tiene sino algunos metros de espesor, componiéndose todo lo restante de la ladera de terrenos propios para los manantiales, pueden en este caso formarse en ellas corrientes de agua que bajan hacia la base de esas laderas, pero no son ni abundantes ni numerosas.

Las montañas y colinas compuestas enteramente de arcilla, que tienen en la parte superior

«Paramelle), como si lo hubiera visto, los movimientos del terreno que hay en la vertiente opuesta.»

La *Gaceta del Berri*, de 27 de Setiembre de 1834: «Todos aquellos que se ocupan de agricultura han oído hablar de los buenos éxitos que obtiene el abate Paramelle buscando aguas vivas.... Sus conocimientos han adquirido tal grado de certeza y de precisión que, colocado en la parte de acá de una cuesta, puede, sin equivocarse, describir las ondulaciones y los accidentes del terreno de la vertiente opuesta, é indicar los manantiales que en ella se encierran. En los lugares que le son desconocidos, el Sr. Paramelle viaja siempre solo, porque la corriente de los rios y la disposición de las tierras le sirven de indicios, con los cuales puede saber el lugar en que se halla, y encontrar otra vez su camino.»

El Novelista de Pontarlier, del 17 de Noviembre de 1844: «Al llegar el Sr. Paramelle á la aldea de los *Sarrazins*, del vecindario de Montlebon, declaró que era inútil pasar á la otra parte de la montaña para visitar los cortijos situados en la ladera opuesta á la en que él se hallaba, porque dijo que allí no había manantiales, sino que los había mucho más lejos, y muy abundantes. En efecto, se hallan á siete kilómetros del lugar desde el cual los anunciaba; y son tan abundantes, que suministran agua para hacer andar las máquinas de un establecimiento de aserrar.»

una meseta de caliza jurásica de bastante extensión, y de 8 á 15 metros de espesor, producen ordinariamente muchos manantiales al pie de la escarpa que forma el borde inferior de la meseta. Esto se verifica en especial cuando entre la capa caliza y la arcilla hay una capa de caliza margosa. Algunos de estos manantiales son visibles, pero la mayor parte están ocultos. La existencia de aquellos que están ocultos se conoce por el reducto que presenta la escarpa y por una ligera depresión ó pliegue que forma la arcilla enfrente de este reducto. Este pliegue de terreno está lleno muchas veces de trozos de roca que se han desprendido del reducto, y cubierto en algunas partes de plantas ó arbustos acuáticos. No se debe olvidar nunca de subir á la meseta calcárea para enterarse de su extensión y ver si es llana ó tiene pliegues. Cuando hay pliegues en la superficie, llegando cada pliegue al reducto en línea recta, indica el manantial que él allí conduce. Estos manantiales, que son siempre de buena calidad, son de poca entidad la mayor parte de ellos, y no son abundantes sino cuando la parte de la meseta que los produce tiene mucha extensión. Así, pues, se hallan manantiales en lo alto de las cuestas, cuando se hallan en ellas las condiciones de te-

rreno que acabamos de mencionar; pero esto no sucede con mucha frecuencia.

En un sinnúmero de lugares se ven brotar manantiales muy abundantes al pie de cuestras rápidas, elevadas y compuestas de terrenos desagregados. Los más de los propietarios que tienen sus casas hacia lo alto de estas cuestras, creen que se puede llegar á estos manantiales sin hacerse excavaciones muy profundas, y en esto se equivocan. Para que así fuese sería preciso que cada manantial corriese por debajo de la meseta paralelamente á su superficie y á poca profundidad, y que al llegar á la cornisa se precipitase en cascada hacia el pie de la cuestra, y esto es lo que no sucede, porque yo he comprobado muchas veces que las corrientes de agua subterráneas no tienen sino la pendiente ordinaria de las corrientes de agua visibles, y que las cascadas son tan raras en las unas como en las otras. De aquí se sigue que aquel que quisiese excavar hacia la cornisa de una cuestra para interceptar allí un manantial que sale á tierra en su base, escogería precisamente el punto más desfavorable de todo su tránsito, y se vería obligado á dar á la excavación casi tanta profundidad como altura tiene la cuestra.

Empezando ya en la cornisa, la pendiente de

la cuesta unas veces es lisa y sin ningún pliegue sensible, y otras veces compuesta de un solo pliegue de terreno; en otras partes está surcada de muchas depresiones y relieves más ó menos marcados. De estos surcos los unos van desde arriba hasta abajo, otros desaparecen al medio de la pendiente y otros toman allí principio y continúan hasta el pie de ella.

Cuando la pendiente de una cuesta es absolutamente lisa y sin ningún pliegue, lo que sucede rarísimas veces, no hay otro motivo para hacer la excavación en este punto más bien que en otro, sino el de la distancia de la cresta de división, porque es sabido que, cuanto más uno se aleja de este punto de división, tanto más considerable es la corriente de agua que se obtiene. Por lo mismo, si el punto en donde se quiere hacer la excavación se halla distante de la cresta, por ejemplo, 2 ó 300 metros; si la estratificación de las rocas conduce el agua hacia la superficie, y las hiladas que traen el agua son poco profundas, entonces será posible hallar allí una multitud de hiletos de agua que bajan de la cuesta y van muy cerca los unos de los otros; pero como no hay ningún vallecito ó pliegue de terreno para concentrarlos, no se halla ninguno que sea de alguna importancia. Cuando no hay

otro medio de procurarse agua, se hace al través de la cuesta una zanja horizontal y de una longitud proporcionada á la cantidad de agua que se quiere obtener. (Más abajo, en el capítulo XXVII, se hallará la forma que debe darse á esta zanja y al acueducto que allí debe construirse.) Estos hiletos de agua, así interceptados y bien recogidos, forman al fin, muchas veces, una corriente de agua bastante considerable, y en mis exploraciones me han suministrado no pocas veces medios de proveer de agua salubre y permanente á muchísimas villas populosas que sin esta zanja prolongada nunca la habrían tenido.

Si la cuesta forma una grupa estrecha y redondeada desde arriba hasta abajo, por poco convexa que sea, no se debe buscar agua en ella, porque no se hallaría sino muy poca ó quizá ninguna; pero si la grupa es muy ancha y tiene, por ejemplo, más de 500 metros de ancho, entonces forma una verdadera cuesta, y se puede hallar manantiales en ella, como luego se verá.

Si comparando los dos bordes laterales de la cuesta con el centro de la misma se advierte que este centro es un tantito más bajo que los lados, no se debe buscar el agua hacia los bordes, sino que debe hacerse la zanja en el centro, donde

hay una especie de *thalweg* bastante ancho, debiendo la zanja comprender toda su anchura.

Cuando en una cuesta se ven muchos pliegues de terreno que van de arriba abajo, la excavación que quiere hacerse debe verificarse en el *thalweg* de uno de ellos; y si el *thalweg* forma en la parte de arriba una pendiente más rápida que en la parte de abajo, la excavación debe hacerse precisamente al pie de la pendiente rápida y en el punto en que comienza la pendiente más suave.

Si un pliegue de terreno parte de la cornisa de la cuesta y desaparece enteramente antes de llegar abajo, debe hacerse la excavación al pie de la cornisa ó á lo menos tan cerca de ella como sea posible, porque esta desaparición del pliegue indica que la corriente de agua se va al interior de la cuesta á medida que va bajando.

Una de las señales más favorables que pueda haber de la existencia de un manantial en una cuesta, es cuando empieza en ella un pliegue de terreno y continúa hasta abajo. En efecto, todas las veces que hay un manantial visible en una cuesta, sale éste en medio de un pequeño circo que forma el principio del pliegue de terreno, y continúa corriendo exteriormente hasta el pie. Por lo tanto, el manantial oculto que se desea

hallar debe buscarse en el fondo de un hueco semejante y en un punto análogo.

Los puntos de una vertiente en donde los manantiales ocultos son más numerosos, más abundantes, menos profundos, y en los que su presencia está mejor caracterizada, se hallan en la línea costanera. Esto no quiere decir que se puedan hacer excavaciones indistintamente en todos los puntos de esta línea; muy al contrario, los puntos favorables no se hallan sino de trecho en trecho y en intervalos unas veces muy cortos y otras veces muy largos: es preciso, pues, tener mucho cuidado en saber conocer bien estos puntos.

En primer lugar debe evitarse el hacer la excavación en ninguno de los puntos en que la costanera da la vuelta á un ángulo saliente, porque las grupas de las montañas, de las colinas, de los estribos y de los espolones están destituidos de todo manantial. Debe evitarse también cuanto sea posible hacer la excavación en los trechos en que esta línea sigue el pie de una cuesta lisa ó muy corta, porque con una excavación ordinaria no podrían hallarse sino hilletes de agua de poca importancia, y las más de las veces no se encontraría ni uno, á menos de hacer una zanja prolongada. Aunque todas las

otras circunstancias del terreno sean favorables, debe, además, evitarse el hacer en esta línea excavación alguna en los parajes cubiertos de tierras desplomadas,¹ porque el grueso de esta capa haría que el manantial fuese tanto más profundo, cuanto más espesa fuese esta capa. Así es que debe hacerse la excavación en la línea costanera y en uno de los puntos siguientes, que cada uno verá serle más cómodo: 1º En la punta de un ángulo entrante, ó, por mejor decir, en su extremidad más remota; 2º, en la extremidad más remota de un lugar reducido que esté al nivel de la llanura y al pie de una escarpa; 3º; en la parte baja de un pliegue de terreno, ó bien de una barranca, y en el punto en que se cruzan su *thalweg* y la costanera; 4º, deben escogerse con preferencia los puntos en que se ven salir corrientes de agua en tiempo de fuertes lluvias, y aquellas también en que se ven cruzar arbustos ó plantas acuáticas.

Como á veces se hallan cuestras que están compuestas enteramente de rocas, cuando se escoge el punto de la línea costanera en que se quiere hacer la excavación, debe tenerse cuidado en no hacerla demasiado cerca de la base visible de la

1 Véase lo que se ha dicho sobre las tierras desplomadas en el capítulo VII.

roca, porque su pendiente superficial continúa ordinariamente debajo del terreno de transporte. Si después de haber comenzado la excavación se ve que ésta ha caído sobre la base de la roca, debe, en tal caso, hacerse más atrás, repitiendo muchas veces esta operación, si necesario fuere, hasta que se vea que se halla precisamente al pie de la pendiente subterránea de la roca, y está colocada sobre capas de roca ó de tierra casi horizontales.

Errores de óptica que deben evitarse.

Nosotros tenemos, dice Brisson (*Físic.*, número 1,211), *una infinidad de ilusiones de óptica, ó errores de la vista, de que no podemos preservarnos.* Por el efecto de uno de estos errores, un hombre que se halla en un barquichuelo en medio de un estanque, en lugar de ver la superficie del agua horizontal, como efectivamente lo es, se imagina siempre que se eleva alrededor de él; y si este hombre se coloca á la orilla del estanque, le parecerá que la superficie del agua forma un vallecito, cuyo eje llega hasta tocar sus pies, y este vallecito aparente andará y se detendrá á medida que él ande ó se detenga.

Del mismo error es víctima el hidróscopo cuando hace sus operaciones en medio de una

llanura aplanada ó lisa, y enteramente descubierta. Así, pues, debe tener muy presente este error de óptica que siempre le hace ver como más bajo el punto donde él se encuentra, y que se eleva por todos lados el terreno que le rodea; por manera que podría creer que se halla en el centro de un grande embudo de boca muy ancha, pero lo que le desengaña es el ver que este centro se mueve al mismo tiempo que él. Cuando hace sus operaciones en un pliegue de terreno extremadamente poco deprimido, que tiene una llanura de algunas decenas de metros de ancho, y en la cual las aguas pluviales no han dejado ninguna señal de *thalweg*, si mira sucesivamente las dos pequeñas vertientes, le parecen más rápidas de lo que realmente son, y que los dos planos van á unirse bajo sus pies. Si echa la vista sobre el pliegue de terreno; tanto á la parte de arriba como á la de abajo, éste le parece más deprimido de lo que lo es en realidad, y cree ver un vallecito prolongado, cuyo *thalweg* pasa siempre por debajo de sus pies. Cuando por fin atraviesa esta pequeña llanura, le parece que el *thalweg* camina y se detiene al mismo tiempo que él, y le es imposible librarse de estas ilusiones.

Por lo tanto, á fin de preservarse de los erro-

res á que pudiera ser inducido por estas falsas apariencias, debe el hidróscopo en este caso, para hallar el verdadero *thalweg*, ir hacia la parte de arriba del pliegue de terreno hasta que vea un punto en donde el *thalweg* ha sido marcado por las aguas pluviales, plantar allí un piquete, dirigirse en seguida hacia la parte de abajo para hallar allí también los rastros del *thalweg* y plantar allí otro piquete. Es muy raro el que esos rastros del *thalweg* no se hallen á una corta distancia. Entonces se conoce que la línea que indican los dos piquetes es la que sigue la corriente de agua subterránea, y que, por lo mismo debe hacerse en ella la excavación.

Examen de los manantiales que por sí mismos salen de tierra.

Después del estudio de la teoría, el mejor medio de conocer los puntos más favorables para poner á descubierto los manantiales, es visitar durante algunos meses un número muy considerable de manantiales, que naturalmente salen de tierra. En cada uno de los manantiales que encontrará el joven hidróscopo, examinará el volumen de agua que tiene, las capas permeables que hay sobre él y la capa impermeable que

lo conduce fuera de tierra, la naturaleza de dichas capas y la inclinación que tienen. Después recorrerá con detención toda la parte superior del vallecito ó del pliegue de terreno que produce el manantial, examinará su perímetro, su *thalweg*, el terreno de transporte, su constitución, su estratificación, las pendientes de las cuestas; y, en una palabra, procurará hacerse cargo de todas las circunstancias del terreno en las que cada manantial se forma, anda y sale de tierra. Después de haber examinado la parte superior, cuando baje seguirá el *thalweg* para ver si el agua del manantial, después de haber andado sobre la tierra cierto trecho, vuelve á entrar debajo de tierra por infiltración ó por alguna abertura, y va á salir otra vez más abajo para formar allí una nueva fuente. Observará, en fin, cuando el caso se presente, cuántas veces la misma agua aparece y desaparece antes de llegar á la corriente de agua superficial y permanente dentro de la cual va ella á echarse.

Cuando el joven hidróscopo haya examinado de esta manera algunos millares de manantiales, sacará esta conclusión general: *Que éstos se forman, corren y se producen de diferente modo según los diferentes terrenos; y que en cada especie de terreno guardan cierta uniformidad.* Verá,

por ejemplo, que en los terrenos primitivos los manantiales son generalmente muy numerosos, poco profundos, que se desvían rara vez de su curso y tienen un pequeño volumen; que en los terrenos secundarios son mucho más raros, más profundos, más abundantes, y su curso por debajo de tierra se desvía con bastante frecuencia. Por fin quedará convencido de que para hacer excavaciones con buen éxito, es preciso imitar la naturaleza y practicar aquéllas en unas circunstancias de terreno análogas á las en que los manantiales se manifiestan naturalmente.

El joven hidróscopo, que habite en uno de los departamentos que yo he explorado, ó le sea fácil ir á él, hará muy bien en ir á examinar el mayor número posible de indicaciones que allí hice, de observar todas las circunstancias de los terrenos en que las hice, de preguntar en cada sitio qué cantidad de agua y qué profundidad declaré, y de visitar también las localidades en que dije que no había ningún manantial á fin de ver cómo fué aplicada la teoría. Este examen le pondrá en disposición de indicar á primera vista, no sólo los manantiales que se hallen cerca de él, sino también los que se hallen á alguna distancia: Para estar, pues, en disposición de indicar los manantiales, no basta estudiar

bien esta teoría en el bufete, ni tampoco aprenderla de memoria, sino que es preciso también adquirir un conocimiento profundo de los terrenos, que no se puede obtener sino hallándose sobre los terrenos mismos.

De esta manera, después de haber estudiado yo por largo tiempo y en millares de sitios las circunstancias del terreno, en las que salen naturalmente los manantiales, logré lo que jamás hubiera creído; es decir, poder indicar inmediatamente y con exactitud, en cualquier paraje que me condujesen, y en toda la extensión del terreno que podía divisar, el punto en que salía cada uno de los manantiales, y hasta anunciar su volumen siempre que podía ver la extensión de su hoya. Y estas indicaciones, no sólo las hice unas cuantas veces, sino que durante los veinte últimos años de mis excursiones, hallándome á media legua y á veces á una legua de distancia de una cuesta que yo veía por la primera vez, á petición de los curiosos que me seguían, tuve casi todos los días ocasión de indicar con precisión todas las fuentes que allí había. Yo decía, por ejemplo: á tantos pasos á la parte de Levante ó de Poniente, al Norte ó al Mediodía de tal casa, de tal árbol, de tal breña, hay un manantial visible que tiene tal volumen.

Y todos los habitantes de aquel lugar respondían: *Es verdad, caballero, es muy cierto. ¿Cómo puede vd. saberlo?* Esta simple aplicación de las nociones que contiene este tratado, era un prodigio para ellos. Hé aquí cómo algunos periódicos han dado cuenta de algunas de estas designaciones, que yo cito para alentar á los jóvenes hidróscopos.

La Gaceta del Périgord, de 16 de Noviembre de 1833:

“Al llegar por la primera vez á Périgueux, el sabio hidrognosta, hallándose en medio de unos doce espectadores reunidos en el terrado del alcalde de aquella villa y en presencia de este magistrado, indicó con el dedo, de una manera la más exacta y á una gran distancia, siete manantiales que declaró él ser los únicos que había en aquel lado; y de estas siete indicaciones se halló que las cinco eran otros tantos manantiales que los espectadores conocían tiempo hacía. Cuando llegó á lo alto del campo de César, y seguido siempre de la misma comitiva, el Sr. Paramelle indicó también, con grande sorpresa de los que le acompañaban, el punto fijo en que debían brotar los cuatro manantiales que se hallan en la orilla derecha del Isle, cerca de Périgueux, á saber: el del *Toulon*, otro cerca

de la hacienda de M. Raynaud, y los del *Arceau* y del pozo de *Tourny*, manantiales que él no había podido ver todavía. En Thiviers, en presencia del juez de paz, había indicado también todos los manantiales de aquellos alrededores. Nosotros podríamos multiplicar al infinito citas de semejantes experimentos, que son ordinariamente el preludio de las investigaciones del Sr. Paramelle. En todos los lugares en que se presenta nuestro geognosta, indica inmediatamente todos los mantiales que hay en ellos, tanto si están ocultos, como si son visibles.

“El Sr. Paramelle repite sin cesar y con modestia, que no es infalible su teoría, atendido que de cuarenta y siete ensayos, tres han salido frustrados, y que su descubrimiento necesita todavía ser perfeccionado.”

El *Courrier du Midi*, diario del Herault, del 24 de Abril de 1841. Nos escriben de Bédarieux el 19 de Abril.

“El abate Paramelle ha pasado una semana entre nosotros. Este hombre, á quien sus grandes trabajos geológicos hacen capaz en un grado tan eminente, era el objeto de la más viva curiosidad. Todos deseaban verle cuando pasaba para examinar su fisonomía. El día después de su llegada empezó ya sus excursiones. Era

verdaderamente curioso verle atravesar los campos, seguido de una escolta de cuarenta ó cincuenta hombres, indicar á esta columna, ávida de oírle, la existencia del agua, las más de las veces á una distancia de trescientos pasos, analizar la calidad del terreno, indicar la profundidad de cada manantial, y todo con tanta precisión, que uno se ve obligado á creer que hay en él una facultad instintiva, desarrollada al más alto grado."

El Eco de las Cevenas, de 29 de Mayo de 1841:

"¿Cuáles son los procedimientos geológicos que emplea este hombre admirable en el descubrimiento de las corrientes de agua? ¿Cuál es el método particular que él mismo se ha hecho en esta ciencia? Nosotros lo ignoramos; pero puede creerse que él es el primero, el único quizá, que tanto en los tiempos antiguos como en los modernos, ha poseído esta facultad, enteramente especial, en un grado tan eminente.

"Lo que hay de cierto, es que sin preocuparse, sin hacer esfuerzos aparentes, indica desde distancias considerables los manantiales que encierran los lugares circunvecinos.

"Luego que llegó á Vigan, fué conducido á una hacienda situada sobre el peñasco de *Bourque*. Desde allí, á simple vista, y en presencia

de ocho á diez personas, entre las cuales nos hallábamos nosotros, indicó en un ámbito de una legua unas diez ó doce fuentes, conocidas todas de los que estábamos presentes. Es imposible dar indicaciones más precisas que las que dió, y los que le rodeábamos, testificando la exactitud y la certeza de ellas, no podíamos dejar de admirar á este hombre prodigioso."

El Correo del Gar, del 1º de Abril de 1842:

"Toda la gente ha podido verle indicar de muy lejos, y con una simple mirada general sobre el país, el lugar de los manantiales conocidos, que sólo él no había visto jamás, ni siquiera había podido acercarse á ellos."

El Novelista de Pontarlier, del 17 de Noviembre de 1844.

"Aunque estuviésemos todavía á la distancia de un cuarto de hora del manantial, y fuese por lo mismo imposible verlo, á causa de hallarse el terreno cubierto de hayas frondosas y de malezas muy espesas, indicó el manantial con una precisión asombrosa: *Allí está, enfrente de aquel abeto; conservadlo, dijo, porque querer aumentarlo es echarlo á perder.* Después de esto, hizo la descripción del manantial del *Orbe* que jamás había visto, y que sale junto al *Diente-del-Baulión*, Echando una mirada sobre el *Mont-Tendre*, di-

jo á los que le rodeaban: *La vertiente del Noroeste no contiene ningún manantial; pero la vertiente opuesta los encierra todos; y las personas acostumbradas á visitar este país, saben que es enteramente exacto el dictamen que dió el Señor Paramelle. Dió pruebas de su saber, y dejó admirados á los habitantes del país, indicando desde lejos los manantiales y las corrientes de agua, como también la calidad, buena ó mala, de las aguas de unos y otras.*"

El mismo periódico, en 27 de Octubre de 1844:

"El sabio hidróscopo siguió el manantial, y fué en derechura á un hueco que por cierto no había visto jamás, y en donde salía de tierra. En los *Hospitales Nuevos*, señaló con el dedo el único manantial que hay allí."

El Centinela del Jura, de 12 de Noviembre de 1844:

"El cura Paramelle, desde la quesera del Señor Federico Gautier, examinó las colinas que rodean, por la parte del Norte, la hoya en la cual está edificada la ciudad de Lons-le-Saulnier, y desde aquel punto indicó, con una sagacidad y precisión verdaderamente inconcebibles, el lugar y volumen de muchos manantiales conocidos de todos los que le estaban escuchando, pero que él nunca había visto."

El *Diario del Ain*, del 14 de Abril de 1845:

“En sus excursiones exploradoras, viaja siempre montado en un caballo.... Hé aquí cómo se conduce cuando va al sitio que tiene fijado en su invariable itinerario: Desde el momento en que puede divisarlo, se hace cargo luego de todo el conjunto geológico. Cuando hace parar el caballo y dirige á lo lejos sus miradas escudriñadoras, salen de sus ojos rayos luminosos y parece que penetran las entrañas de la tierra. Dirigiéndose entonces á los de su comitiva, indica á muchos kilómetros de distancia manantiales que, para él que es forastero, no tienen otras miras que la capa de un árbol, la sesgadura de una colina, un camino ó un peñasco. La comprobación de esta indicación, que se hace en el mismo instante por la gente del país, demuestra siempre que es enteramente exacta.”

El *Diario de Saône y Loire*, de 10 de Octubre de 1846.

“Anteayer, el cura Paramelle, acompañado del señor prefecto, de los señores adjuntos, de muchos miembros del Consejo Municipal, del Sr. Vinsac, agente veedor de distrito, del Sr. Guillemin, arquitecto de la ciudad y de algunos curiosos, exploró los terrenos fronterizos de la cuesta Noroeste de Mâcom. El célebre hidrós-

copo dejó admirados á todos los asistentes al ver éstos la precisión extraordinaria con que indicaba, desde distancias considerables, los manantiales, tanto conocidos como no conocidos, situados en lugares, hasta los que podía alcanzar su vista."

El mismo *Diario*, en 4 de Noviembre de 1846:

"El lunes 26 de Octubre último, acompañado el cura Paramelle de los señores adjuntos, del alcalde, de muchos miembros del Consejo Municipal y de una asistencia numerosa, recorrió las cercanías de Charolles, con el objeto de descubrir manantiales tan abundantes como conviene para satisfacer á todas las necesidades de la villa. Después de haber indicado, con una precisión y rapidez asombrosa, todos los manantiales ya conocidos, descubrió otros dos aún no conocidos y de un volumen considerable. El Sr. Paramelle indicó los muchos manantiales que allí había, y cuya presencia no era indicada por ninguna señal visible."

La Esperanza, de Nancy, en 18 de Mayo de 1847:

"Uno de los momentos que más sorprenden, es cuando de lo alto de una eminencia, desde la cual se descubre un dilatado horizonte, el cura Paramelle se pone á indicar todos los manan-

tiales de la comarca, tanto los que están ocultos como los ya conocidos, por más distantes que se hallen. Nosotros hemos disfrutado de este magnífico y maravilloso espectáculo, constituídos como estábamos sobre la cuesta del *Aufremont*. El geólogo estaba allí rodeado de las notabilidades de la cabeza del partido de los Vosgos; y sin que hubiese recorrido el país, y solamente con la simple inspección de los sitios, indicaba todos los manantiales que debía haber á grande distancia en aquellos alrededores. Nada era tan curioso como la admiración de todos los espectadores que, con el conocimiento que tenían de aquel territorio, sabían que sus cálculos eran exactos."

La Tribuna de Beaune, del 4 de Abril de 1848:

"Indica los sitios en donde deben hacerse las excavaciones para hallar manantiales, con una prontitud y precisión increíbles; y va directamente, y sin que se lo indiquen, á aquellos puntos en donde los hay, pero que sólo lo saben los habitantes del país. Otras veces, si los manantiales están muy distantes, ó algún obstáculo le impide acercarse á ellos, el cura los indica con el dedo, dejando en extremo sorprendidos á los viñeros que le siguen en tropel. El cura Parmelle es un sabio práctico, que presta inmensos

servicios á los países por donde pasa, y de quien respetamos tanto el carácter como admiramos el saber."

CAPÍTULO XVII.

MEDIOS PARA CONOCER LA PROFUNDIDAD DE UN MANANTIAL.

La excavación que se quiere hacer para que salga fuera un manantial, puede practicarse, como se ha dicho, en el *thalweg* de un vallecito, en la línea costanera, en una ladera, en su cornisa ó en una meseta.

1º Cuando se quiere hacer la excavación en el *thalweg* de un vallecito, es preciso examinar si el manantial es visible en uno ó más puntos, ya sea naturalmente, ó bien en algún hueco hecho por manos de hombre, y en especial si sale más abajo y no muy lejos del sitio en donde se quiere excavar. Cada paraje en que sale el manantial, es un punto señalado de donde debe partirse para conocer, por medio de una nivelación, el grado de mayor elevación en que se halla el lugar que se quiere excavar, comparado con aquel en donde el manantial sale de tierra.

La diferencia de nivel que se halla entre estos dos puntos, es la profundidad del manantial y un poco menos, porque el manantial debajo de tierra tiene alguna pendiente, por poca que sea, y ésta indica que no habrá necesidad de excavar hasta el nivel que tiene el punto en donde sale de tierra. Sin embargo, si el manantial sale á fuerza de un movimiento ascensional, y se puede sondar la profundidad de la columna ascendente, en este caso se debe nivelar, no desde la superficie del agua del manantial, sino desde el fondo de su conducto vertical.

Si el punto en que se quiere excavar no se halla sino á algunos centenares de metros de un río ó de un arroyo en que pasa agua continuamente, y el manantial no sale de tierra en la llanura, debe uno asegurarse por sí mismo, ó bien tomando informes de otros, si al tiempo de estar bajas las aguas sale ó no fuera de tierra en el ribazo ó en el fondo del canal de la corriente de agua por un conducto que venga de abajo hacia arriba. En cualquiera de estos dos casos no debe hacerse más que nivelar, como se ha dicho, ó bien desde el punto en que sale de tierra en el ribazo, ó bien desde el fondo del conducto vertical, y puede uno estar seguro de que no tendrá necesidad de ir á encontrar el

agua hasta el nivel del fondo del conducto, ni siquiera hasta el nivel del fondo del río ó del arroyo, porque el agua del manantial se elevará y se mantendrá en la nueva excavación, ó á lo menos al nivel de la corriente del agua visible.

2º Cuando el manantial, que es conducido por un valle, no se deja ver en ningún punto, ó bien está demasiado distante el sitio en que se deja ver, ó á un nivel demasiado bajo, si se compara con el punto en que se quiere excavar, en tales casos se puede conocer su profundidad por medio de la siguiente operación: Como el fondo de casi todos los valles está lleno de tierras de transporte, á excepción de los sitios estrechos; y habiéndome demostrado los infinitos experimentos que he hecho que la línea de intersección de las dos laderas es generalmente la mayor profundidad en que puede hallarse el manantial debajo de todos estos embarazos de tierras transportadas, se determina, por los medios que se han indicado, el punto del *thalweg* en que se quiere excavar, y se planta allí un piquete; después se mide la distancia que hay entre este piquete y el pie de una de las laderas, y en seguida se nivela esta ladera para conocer su altura y la distancia horizontal que hay entre su cornisa y

una línea vertical que debiera elevarse desde el pie de la ladera. Esta altura y esta distancia se componen de las alturas y de las distancias parciales que se han hallado en la estaciones de la nivelación. Una vez terminada esta operación, se establece la proporción siguiente:

La distancia que hay entre la cornisa y la línea vertical que parte del pie de la ladera, es á la altura de la ladera como la distancia horizontal que hay entre el pie de la ladera y el punto en que se quiere excavar es á la profundidad del manantial. Así, $AB : BC :: BC : DX$. Multiplicando la altura BC por la distancia CD , y dividiendo el producto por la distancia AB , se hallará en el cociente la profundidad que hay desde D hasta X , que es el punto en que corre el manantial.

Cuando la pendiente de la ladera es uniforme, puede uno dispensarse el nivelarla sino hasta arriba: se puede, por ejemplo, no nivelarla hasta la tercera ó cuarta parte de su elevación, y el resultado de la operación será el mismo.

Cuando el valle se ensancha y se estrecha alternativamente, este medio de conocer la profundidad del manantial no se debe emplear en los puntos en que hay estrechez, sino que debe practicarse esta operación en los puntos ensan-

chados de la parte de arriba ó de la parte de abajo del valle, en el punto en que se hallan más distantes los pies de las dos laderas.

Es verdad que en ciertos valles el manantial no se halla en la línea de intersección, y que corre á una profundidad mayor; y esto sucede principalmente cuando las capas de las dos laderas están en gran manera inclinadas y se hunden hacia el *thalweg*. De ahí resulta que, hallándose desunidas las dos estratificaciones, dejan entre sí una quebraja vertical que no puede sostener el manantial en la unión de sus superficies; pero esta casualidad de hallar el manantial un poco más profundo de lo que se esperaba, es excepcional, y se halla compensada con mucha ventaja por las probabilidades incomparablemente más numerosas que hay de hallarle á menor profundidad; porque siempre que las hiladas de las dos laderas están horizontales y son impermeables, rara vez sucede que no se hallen hiladas continuas antes de llegar á la línea de intersección que forman las dos laderas. El terreno de transporte que forma el fondo del valle está compuesto las más de las veces de capas alternativamente permeables ó impermeables, que sostienen el manantial mucho más cerca de la superficie del terreno de lo que podía esperarse, atendida la inclinación de las laderas.

Cuando el manantial pasa por la orilla de la base de una escarpadura ó de una ladera extremadamente rápida, la nivelación debe hacerse en la ladera opuesta.

Estos dos medios de conocer la profundidad de un manantial, no sólo son aplicables al manantial que sigue el *thalweg* subterráneo, sino también á todos aquellos que circulan en la misma llanura y á los que hay en las líneas costaneras; porque tanto en las corrientes de agua ocultas como en las corrientes de aguas visibles, el nivel de cada una de las corrientes accesorias concuerda en la parte de su embocadura con el nivel de la corriente principal.

3º Como los dos medios que acaban de indicarse no son aplicables sino á los manantiales que se hallan en los llanos bajos, cuando se quiere conocer la profundidad de los que hay en las cuevas ó sobre las mesas de las montañas, debe procederse de diferente manera. Aquí todo se reduce al conocimiento de las capas permeables é impermeables, que no puede adquirirse sino con el estudio de libros de geognosia y á fuerza de muchísimas observaciones hechas sobre el terreno. Cuando uno se ha fijado bien sobre el punto en que debe hacerse la excavación, ya sea en la pendiente, ya en la cornisa de

una cuesta, entonces parte de este punto, y baja á lo más como unos diez pasos. Mientras va bajando examina con atención la inclinación y la constitución de cada una de las capas, ya de roca, ya de tierra. En esta especie de pendientes, las extremidades superiores de las capas son casi siempre visibles; y cuando no lo son en el *thalweg* mismo, lo son ordinariamente al lado de él, en alguna escarpadura ó pendiente más rápida, en alguna barranca, ó en algún hueco hecho por la mano del hombre. Si la inclinación de las capas está opuesta á la pendiente superficial de la cuesta, y en vez de conducir las aguas afuera de la montaña ó de la colina, las conduce á la parte interior de las mismas, no debe hacerse allí excavación alguna, porque, como se ha visto en el capítulo XVI, está desprovista de manantiales toda la ladera en que se observa esta estratificación. Si las capas están colocadas horizontalmente, ó inclinadas de la misma manera que la superficie de la cuesta, no debe uno detenerse al bajar en ninguna capa permeable, sino en la primera impermeable que se le presente á la vista, porque esta es la que lleva el mantial. Nivelando en seguida esta capa hasta el punto en que se quiere excavar, se hallará la verdadera profundidad del manantial. Debe, sin

embargo, deducirse la altura que puede adquirir la capa impermeable desde su superficie exterior hasta este punto. Esta altura puede saberse con mucha facilidad, nivelando la pequeña parte de la capa que se muestra en la superficie: si, por ejemplo, esta parte está inclinada un decímetro por metro, y el punto en que se quiere excavar se halla á 20 metros de distancia horizontal, la capa y el manantial se hallarán más elevados de unos 20 decímetros en el punto en que se quiere hacer la excavación.

De la misma manera debe procederse cuando se quiere conocer la profundidad de un manantial situado sobre una mesa de la montaña. Después de haber señalado el punto en que debe hacerse la excavación, sigue uno el *thalweg*, y se dirige al pie de la escarpadura ó de la pendiente rápida que forma la cornisa de la cuesta; después nivela la capa impermeable más elevada que puede encontrar, y se procede de la misma manera que se ha dicho tocante á los manantiales que quieren descubrirse en las cuestas.

4º Hay todavía un medio muy sencillo de conocer la profundidad de los manantiales; pero no se puede aplicar sino en las llanuras, y es el que se ha explicado en el capítulo precedente. Si en el llano en que se quiere hallar agua,

hay ya muchas excavaciones que hayan llegado hasta ella á una misma profundidad ó á poca diferencia, puede uno estar seguro de hallar el manantial á la misma profundidad que sus vecinos, con tal que sea la misma la calidad del terreno.

Estos cuatro medios de conocer la profundidad de los manantiales son los únicos que me han hecho descubrir los treinta y tres años que llevo de estudios ó de experiencia. Si ellos no pueden servir para determinar en todos los casos esta profundidad de una manera rigurosamente exacta, á lo menos resuelven, casi siempre, la cuestión importante, que es saber el *máximum* de profundidad que puede tener un manantial en el punto en que se quiere excavar, y por consiguiente el *máximum* de gastos que debe hacerse para llegar á él. El que quiera conducirlo delante de su casa, puede saber también, con una sencilla nivelación, si el tal manantial es bastante elevado para poder llegar al sitio que se desea.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

CAPÍTULO XVIII.

MEDIOS PARA CONOCER EL VOLUMEN
DE UN MANANTIAL.

Ciertos terrenos absorben mucha más agua pluvial que otros; y supuesto que los tiempos lluviosos hacen que los manantiales sean incomparablemente más abundantes que los tiempos de sequedad, su producto no puede menos de variar mucho de un terreno á otro y de una á otra estación. Cada vez que llueve aumentan más ó menos todos los manantiales, y en seguida disminuyen cada día hasta que vuelve á llover; por manera que tal vez no hay un solo manantial que dé dos días seguidos la misma cantidad de agua. Por lo tanto, nadie espere hallar aquí cálculos rigurosos según los cuales se pueda demostrar, que en una extensión dada de terreno hay un manantial oculto, que en tal espacio de tiempo arroje tal cantidad de agua, porque para esto sería preciso saber exactamente de antemano la época de cada lluvia y la cantidad de agua que verterá sobre la hoya que produce el manantial. Así, pues, esta cuestión no puede resolverse sino por valuaciones que se aproximan más ó menos á la exactitud.

Como en ciertos casos hay grande interés en conocer, á lo menos con aproximación, el *mínimum* de agua que puede producir el manantial que se quiere descubrir, con el fin de adquirir sobre este particular algunas nociones tan exactas como fuese posible, me he dedicado, durante mucho tiempo, á observar las cantidades de agua que producen las mesas situadas sobre montañas ó colinas aisladas, en las que me ha sido fácil ubicar el agua de cada manantial y medir la superficie de la hoya que lo producía; y hé aquí el resultado general de estas observaciones. En aquellas mesas que están cubiertas de una capa de terreno detrítico de dos metros á siete ú ocho metros de espesor, colocada sobre otra capa impermeable convenientemente inclinada, he observado que toda superficie de unas cinco hectáreas produce en tiempo de sequedad ordinaria un manantial de un centímetro¹ de diámetro á poca diferencia, el que da cerca de 4 litros de agua por minuto.

Partiendo de esta cantidad que es el producto ordinario de los terrenos más favorables á los manantiales, se hallan, según las diferentes

¹ Se llama *un centímetro de agua fontanal* la cantidad que da un orificio circular y lateral de un centímetro de diámetro, conservándose constantemente la superficie del agua á seis milímetros sobre el centro de este orificio.

localidades, otros terrenos que, con motivo de su porosidad, de su disposición ó de su capacidad, producen cantidades de agua que varían desde este centímetro por cada cinco hectáreas hasta cero, porque hay terrenos tan compactos y tan impenetrables del agua, que ni veinte ni cien hectaras de extensión producen el más pequeño manantial. Como los terrenos permeables é impermeables se mezclan y se cambian entre sí de mil maneras diferentes, es imposible establecer reglas, según las cuales pueda fijarse la cantidad de agua que produce cada combinación; sin embargo, el estudio de los diferentes terrenos, y las observaciones muy repetidas sobre la cantidad de agua fontanal que da cada combinación, pueden poner al hidróscopo en estado de apreciar con bastante exactitud la cantidad de agua que puede producir cada manantial. Después de haber pasado nueve años en estudios teóricos y en observaciones sobre los manantiales, me ocupé los veinticinco años siguientes en indicar, casi todos los días, manantiales de toda clase de volúmenes. En un escrito, que quedaba en poder del propietario, declaraba yo la cantidad de agua que debía producir cada uno de ellos, y en la mayor parte de las tentativas que se hicieron, se halló la cantidad

de agua que había anunciado, habiendo sucedido rarísima vez el que se haya hallado una cantidad notable, ni de más, ni de menos.

En los primeros años hacía la nivelación del terreno en cada operación para saber la profundidad del manantial, y medía la superficie de su concha para conocer su volumen. Viendo después que los manantiales no observan debajo de tierra leyes bastante fijas para que puedan someterse á cálculos rigurosos, y que, por otra parte, los datos geológicos, ciertos en el mayor número de casos, presentan casi todos algunas excepciones, me habitué á nivelar y medir á bulto los terrenos, y nunca he observado que mis previsiones hayan sido menos exactas que cuando me servía de instrumentos.

CAPÍTULO XIX.

TERRENOS FAVORABLES PARA DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

Para que un terreno sea favorable al descubrimiento de los manantiales, debe reunir dos condiciones principales, que son: tener en la super-

ficie una capa permeable de algunos metros de espesor, y que debajo de esta capa permeable tenga otra impermeable, inclinada de una manera conveniente. Si esta disposición del terreno se repite muchas veces, es decir, si muchas capas permeables están colocadas sobre otras capas impermeables, alternando entre sí, y todas están inclinadas de una manera conveniente, corre un manantial sobre cada una de las capas impermeables; de lo que resulta que, perforando un pozo artesiano, ó haciendo un pozo ordinario hasta cierta profundidad, se halla muchas veces un manantial en cada una de estas capas impermeables que se atraviesan.¹

En igualdad de circunstancias cae más lluvia sobre las montañas que sobre los valles que las rodean, porque, corriendo las nubes ordinariamente con un movimiento horizontal y pasando á grandes elevaciones, se deshacen muchas veces en lluvia sobre las cimas que encuentran, mientras que no derraman sino poco ó nada de sus aguas en los terrenos bajos, de lo que resulta que los países montañosos son los más favorables á la producción de los manantiales. Por otra parte, los árboles y las plantas de que están cubiertos ordinariamente esos países, y la

¹ Véase la nota que hay en la pág. 148.

frescura que en ellos conservan unos y otras, preservan el terreno de los fuertes ardores del sol, disminuyen considerablemente la evaporación, y dejan tiempo á las aguas pluviales para infiltrarse dentro de la tierra adonde van á formar los manantiales.

Los terrenos primitivos, aunque sean por su naturaleza poco permeables, con todo, cuando tienen sus mesas cubiertas de terreno detrítico, ó de rocas en que hay un grandísimo número de hendeduras verticales, contienen muchos manantiales poco distantes el uno del otro, y todos ellos de poco volumen. Cuando estos terrenos presentan diferentes formaciones, colocadas las unas sobre las otras, como, por ejemplo, el gneis, los filados, las euritas, los diabasos, las calizas primitivas, etc., los manantiales se hallan allí más abundantes. Las mesas y las laderas de los terrenos primitivos que son llanos ó no tienen ondulaciones, y que, además, no están cubiertos de terrenos permeables, están comunmente desprovistos de manantiales.

Como los terrenos intermediarios ó de transición son por su naturaleza muy permeables al agua cuando están colocados inmediatamente sobre terrenos primitivos, las infiltraciones bajan generalmente por ellos hasta la superficie

de estos últimos, siguiendo sus pendientes, y derramándose al exterior por entre las hendeduras que separan los unos de los otros. Estos terrenos son: las almendrillas, los arcoses, los *grauwackes*, el asperón rojo, el asperón hullero, los *psammites*, las molasas, las pizarras, la esquistita arcillosa, los mármoles, la caliza bituminosa, etc.

En los terrenos secundarios, los manantiales visibles no son tan numerosos como en los terrenos primitivos, pero en cambio son más voluminosos; y es regla general que se puede aplicar á todos los terrenos, que *cuanto más raros son los manantiales visibles, tanto más abundantes son*, y á la inversa. Todas las veces que viajando se encuentra un manantial de un volumen extraordinario, puede cualquiera afirmar, sin temor de equivocarse, que todo el terreno superior está desprovisto de manantiales visibles. Los manantiales más grandes que se conocen salen de los terrenos secundarios, y por lo mismo, en ellos pueden descubrirse los más abundantes.

Como los terrenos secundarios están muy distantes de ser todos ellos propicios al descubrimiento de manantiales, voy á dar cuenta de aquellos que por lo general se hallan mejor cons-

tituidos y dispuestos para favorecer esta operación; tales son: los calcáreos, colítico, compacto-sacaroide, silíceo, conchoso, marnoso y grosero. Toda vez que las descripciones de estos terrenos se hallan en el cap. V, se invita al lectorá, que vuelva á leerlas. Los calcáreos que llevan ceritas, troquites y encrinas; los calcáreos de agua dulce y las arcillas entremezcladas de capas de arena, son terrenos favorables á los manantiales.

A estos terrenos deben añadirse los calcáreos y las marnas con grifitas, los calcáreos con ammonitas y belemnitas.¹ Habiendo recibido cada uno de estos terrenos su nombre de la especie de concha que predomina en él y lo caracteriza, me hallo en el caso de dar á conocer estas tres especies de conchas. Aunque los terrenos que se designan con su nombre, contengan muchísimas otras y estas mismas se hallen en otros muchos terrenos, se ha convenido, sin embargo, en darles el nombre de dichas conchas, porque éstas se hallan en ellos en mayor número.

La *Grifita* es una concha, cuyas dos valvas son muy desiguales. La valva inferior es grande; combada en la parte exterior, cóncava en la interior, y termina en un gancho saledizo, en-

¹ Conchas características de los terrenos, por Deshayes.

corvado en espiral involutada. La valva superior es pequeña y plana. La longitud ordinaria de las grifitas es de una á dos pulgadas, y su anchura de una pulgada á poca diferencia.

Hay grifitas de cinco ó seis especies, á saber: la grifita paloma, la grifita vírgula, la grifita dilatada, la grifita ondulada y la grifita arqueada; pero las diferencias que sirven para distinguir las unas de las otras, son de poca importancia para nuestro objeto. Basta conocer sus caracteres generales para poder reconocerlas cuando se las halle en un terreno.

Las *Ammonitas*, que hasta estos últimos tiempos fueron llamadas *cuernos de Ammón*, son unas conchas discoides, arrolladas circularmente sobre el mismo plano horizontal: las vueltas de la espira son más ó menos numerosas: las hay que no tienen más que dos ó tres, y otras que tienen hasta seis ó siete: estas vueltas, unas veces son abrazantes y otras veces son simplemente contiguas y enteramente visibless de los dos costados. Ciertas especies tienen las vueltas convexas, redondeadas y de forma cilíndrica; y otras las tienen deprimidas y más ó menos aplastadas: las hay, en fin, dentelladas, estriadas, y otras enteramente lisas y llanas. Su grandor varía desde un milímetro hasta un metro de

diámetro; no se hallan sino en las capas endurecidas de los terrenos secundarios, y están echadas paralelamente á las capas. Siendo tan delgadas estas conchas, muy rara vez se hallan enteras; y la abertura, que es extremadamente frágil, es la parte que les falta casi siempre. Los animales que han habitado dentro de estas conchas, si bien fueron numerosos en otro tiempo, no se hallan ya en ninguno de nuestros mares, y no los conocemos sino por sus despojos.

Las *Belemnitas*, que los naturalistas del último siglo llamaban *dúctilos* ó *piedras del rayo*, son unas conchas cuya forma es ordinariamente cónica, algunas veces cilíndrica con la punta roma, y otras veces están hinchadas en la parte media, lo que les hace dar el nombre de *fusolitas*: tienen de largo de dos á seis ó siete pulgadas, y su diámetro es de dos líneas á una pulgada. Por lo común son morenas; no obstante, como su color participa más ó menos del color del terreno que las contiene, se ven blancas, amarillas, etc.: su textura es cristalina, fibrosa, y las fibras salen como rayos del centro á la circunferencia. En la base tienen una cavidad cónica más ó menos profunda, y una estría, que corre desde la base hasta la punta, y cuyo fondo, que va disminuyendo, hace que se rajen á lo largo con facilidad.

Terreno toboso.

Hay un terreno que no sólo es favorable á los manantiales, sino que indica también la existencia de ellos de una manera cierta cuando están ocultos, y este es el terreno toboso. Este terreno, que se llama también toba, toboso, tobar, travertín, no forma sino depósitos aislados y de poca extensión, unas veces estratificados y otras en masas informes; tiene, además, el color blanquizco ó amarillento, está cubierto ordinariamente de un musgo verde, y es formado por manantiales que proceden de rocas calcáreas. Todo el tiempo que estos manantiales corren por debajo de tierra, tienen en disolución materias calcáreas, síliceas ó ferruginosas; pero luego que salen de tierra estas materias se precipitan, se solidifican poco á poco, y su solidez aumenta con el tiempo. Si esta precipitación se opera en un barreño lleno de agua, se forman en el fondo capas semejantes á las del terreno de sedimento; pero si este poso se forma al aire libre, no puede descubrirse en él ninguna señal de estratificación. Está lleno de poros, de fístulas, de tubulosidades y de cavidades de todas formas. Estas vacuidades las han dejado los musgos y otros vegetales, sobre los cuales se ha

depositado y solidificado la materia incrustante, y que ahora se hallan enteramente destruídos. La solidez y el poco peso que tiene la toba, no menos que la disposición para recibir la argamasa, hacen que sea muy á propósito para cierta clase de construcciones, como bóvedas, chimeneas, etc. Desde las épocas geognósticas acá este terreno se ha aumentado continuamente y se aumenta aún todos los días. Algunos de los manantiales que lo producen están tan cargados de materias incrustantes, que basta dejar sumergido en ellos, durante algunas semanas, un cuerpo cualquiera, para que quede enteramente cubierto de una costra de toba; hállanse con frecuencia en este terreno objetos de arte, como, por ejemplo, vajilla de barro, vidrios, hierros, etc., huesos de animales, conchas fluviátiles terrestres, pertenecientes todas ellas á especies que viven actualmente en los mismos lugares, trozos de leña y de plantas. Los territorios en donde abunda más este terreno se hallan entre Roma y Tívoli, y también se hallan algunos en los alrededores del Larzac (Aveyron), en la Auvernia, en Borgoña, en las Cevenas, etc. Como cada depósito de toba es el producto de un manantial que las más de las veces ya no es visible, resulta que su existencia es la señal más

se halle sirve de base á los terrenos estratificados. Algunos depósitos de arcilla forman masas compactas de más ó menos espesor y sin ninguna fisura; otros están regularmente estratificados, y las hiladas están separadas la una de la otra por medio de capas horizontales de guijarros rodados, de casquijos, de arenas, de limo, etc.

Cuando las capas intercaladas en la arcilla son permeables, poco profundas, y colocadas con las condiciones que se han explicado, puede buscarse en ellas agua con buen éxito, y se hallará siempre en las hiladas intercaladas; pero cuando la arcilla forma una masa compacta, homogénea, y de un espesor tan grande que no se la pueda atravesar sin hacer el hoyo muy profundo, en tal caso debe cualquiera abstenerse de excavar, porque ninguna corriente de agua ha podido nunca abrirse paso al través de semejante masa, ni siquiera empaparla lo bastante para que pueda dar por destilación la cantidad de agua necesaria para abastecer un pozo.

La greda.

La greda es una caliza compuesta de mariscos pulverizados que el mar ha dejado en ciertas localidades. Algunas partes de este depósi-

to han quedado en el estado pulverulento ó muy friable, en tanto que otras han tomado con el tiempo bastante solidez para podérselas emplear en las construcciones. Si se reducen á polvo pechinas, se obtendrá una materia enteramente semejante á la greda pulverizada. Con la acción del fuego, la greda dura y petrosa se convierte en cal, y pierde como un tercio de su peso por la calcinación, sin que su volumen se haya disminuído sensiblemente. Esta cal de greda, si se la deja expuesta al aire y á la lluvia, vuelve á tomar poco á poco las partes integrantes que el fuego le había quitado, y en este nuevo estado se la puede calcinar segunda vez, y hacer cal de tan buena calidad como la primera.

Los fósiles que los geólogos han señalado ya en este terreno, son más de mil y ciento. Me limitaré á nombrar algunos, no como característicos, sino porque son los que en él se encuentran más comunmente, á saber: las ammonitas, las belemnitas, las grifitas, las nummulitas, las ceritas, las ampularias, las hamitas, las turrilitas, las escafitas, las terebrátulas, los nautilus, las baculitas, las encrinas, las madreporitas, las equinitas, etc.

Cuando la greda es casi pura, su color es ordinariamente blanco mate. Los otros colores

que presenta, como el amarillento, el rojizo, el que tira á moreno, son debidos á algunos minerales heterogéneos que encierra, á saber: el azufre, el hierro oxidado, algunos pequeños depósitos de lignita, y hasta la hulla. También se hallan en ella montones de sal gema y de espejuelo.

Aunque la greda sea una formación de sedimento, su estratificación es á veces confusa y poco caracterizada: sin embargo, es generalmente estratificada, sus hiladas son horizontales y separadas las unas de las otras por lechos de sílex pirómacos (piedras de chispa) ó sílex córneos. Estos lechos de sílex tienen poco espesor y son paralelos entre sí. Los sílex son siempre redondeados, oblongos, aplastados en forma de riñones, y se hallan acostados sobre su plano. Ciertas capas de greda se hallan entrecortadas de vetas de sílice, delgadas, de alguna extensión, y que presentan toda especie de direcciones y de inclinaciones. Hállanse también en todas las masas de greda pequeños nudos de sílex perdidos que no guardan entre sí ninguna relación de posición.

Los depósitos de greda son comunmente de un espesor grande, como lo prueban la multitud de pozos ordinarios que en ella se han abier-

to hasta 100 metros, y los pozos artesianos que en ella se han perforado hasta 200 metros de profundidad, sin haber llegado al fondo del depósito. En Inglaterra se le ha hallado en muchos parajes un grueso de más de 600 metros.

Cuando uno tiene ocasión de examinar este terreno, ya sea en un corte vertical de una grande elevación, como en las costas acantiladas de la Mancha, y en las laderas con pendientes escarpadas, ya dentro de pozos en el acto de la excavación, se ve que este depósito está dividido en dos especies de greda, cada una de las cuales tiene caracteres diferentes: una superior y otra inferior.

La greda superior es la más pura y la más blanca: es ligera, sin sabor ni olor, sin brillo ni transparencia, y hace efervescencia con los ácidos; es suave al tacto, pica un poco la lengua y mancha los dedos; se halla en polvo ó en piedra muy tierna, y toma consistencia á medida que está situada más abajo; y los riñones de sílex son en ella más abundantes. Con esta greda, que el vulgo llama indebidamente marga, se margan las tierras; y la piedra que se conoce con el nombre de *blanco de España*, es una variedad de ella.

La greda inferior, llamada *greda tobosa* (*craie*—

tuffau), compuesta esencialmente de los mismos elementos que la precedente, contiene, además, arena, caliza y arcilla; á veces también sobresale en ella uno de estos elementos; no es buena para señalar como la greda blanca, y su base, compuesta siempre de marga y de arcilla más ó menos dura, descansa sobre un lecho de asperón verde.

Las desigualdes del terreno gredoso son, por lo general, poco marcadas: las eminencias son poco elevadas, y terminan en mesas, las más de las veces de mucha extensión, en cuyos bordes hay una pequeña escarpa, ó bien en cúpulas redondeadas. Los valles son poco profundos, poco anchos, y comienzan ordinariamente por una hoya en forma de circo. Este terreno no contiene ni arroyos ni fuentes.

Entre los terrenos sedimentarios, el terreno gredoso es uno de los que ocupan más extensión. Aquellos de nuestros departamentos en que es más abundante y que ocupa enteramente ó en gran parte, son: el Norte, el Paso de Calés, la Somma, el Sena Inferior, el Oisa, el Aisne, el Marne, el Auba, el Alto Marne, el Iona, el Sena y Marne, Sena y Oisa, el Eura, el Calvados, el Orne, Eura y Loir, la Sarthe, Loir y Cher, el Cher, el Indre, la Viena, la Charenta y la

Charonta Inferior. Las superficies que el terreno gredoso ocupa en Francia han sido calculadas en 6.200,000 hectáreas.

La extrema permeabilidad de la greda, que absorbe, por decirlo así, cada gota de lluvia en el punto mismo en que llega á la tierra y la deja bajar perpendicularmente hasta el nivel del río más cercano, hace que sea muy desfavorable para poder encontrar manantiales. Los que tienen sus habitaciones en llanuras elevadas y formadas de este terreno, no pueden esperar procurarse agua de pozo sino excavando hasta una profundidad extraordinaria, y las más de las veces impracticable. En Normandía, la profundidad ordinaria de los pozos es de 30 á 60 metros; muchos hay que tienen hasta 100 metros de profundidad, y lo peor es que la mayor parte de ellos, hallándose situados á la ventura, no suministran bastante agua para el consumo de una casa. Sin embargo, la formación gredosa encierra muchos y abundantes manantiales, pero se hallan muy profundos como en las calizas cavernosas.

Si en lo sucesivo se tiene cuidado de no hacer los pozos sino en los valles más profundos, después de haberse asegurado, mediante una nivelación previa, que no habrá necesidad de ha-

cer una excavación muy honda para llegar al nivel del río más inmediato, se puede estar seguro que se hallará una corriente de agua que no puede ser más baja que este nivel.

La marga.

La marga no es una tierra simple, sino una combinación de arcilla y de greda, obra de la naturaleza. Las proporciones de esta mezcla son muy variables: cuando domina la arcilla se la llama marga arcillosa; cuando excede en cantidad la greda se la llama marga gredosa ó cretácea. En algunas partes de este depósito se halla también caliza, arena, ocre, dolomita, betún, etc., por lo que se le da el sobrenombre de marga caliza, arenosa, ocrosa, dolomítica, bituminosa, etc. Para conocerla no hay más que echar un terroncito en un vaso de agua, y se hinchará y dividirá por sí misma: si es blanda, sus partes se desagregarán luego; si es dura, tardará algún tiempo en desleirse. Cuando acaba de extraerse de la marguera, el sol y la lluvia la reducen luego á polvo. La marga es menos pegajosa que la arcilla y menos friable que la greda; hace efervescencia con el agua fuerte, el vinagre y otros ácidos; se endurece en el fuego, y hasta se vitrifica en él cuando éste es muy incandes-

cente. Pica un poco la lengua, y á veces es tan dura que puede servir para los edificios, ya como piedra de sillería, ya como de mampostería. En ella se han hallado á lo más una cuarentena de fósiles, diseminados sin orden alguno; entre otros, pectinitas, entroques, plagióstomos, trigonias, hélices, ammonitás, terebrátulas, belemnitas, restos de mastodontes, ictiosauros, plesiosauros, etc.

Las margas presentan, por lo general, muy pocos vestigios de estratificación regular: las que tienen la masa interrumpida por capas calcáreas, que son siempre delgadas y de poca extensión, y las que tienen hojas ó esquistas son casi las únicas que puedan considerarse como estratificadas. El espesor de los depósitos margosos varía de 10 á 150 metros.

Hállanse en las diferentes partes de la marga los siete colores, pero no se ve ni uno que sea perfectamente homogéneo, y todos son más ó menos matizados por los diferentes óxidos metálicos que están mezclados con su substancia y se combinan al infinito. Así es que, en vez de decir que tal ó cual marga es blanca, negra, roja, verde, azul, amarilla ó violada, dicen comunmente los geólogos que es blanquecina, negruzca, rojiza, verdusca, azulenca, amarillenta ó violá-

cea. Hay una marga que presenta alternativamente fajas blanquecinas, rojizas, verduscas, azulencas ó violáceas, á la que se ha dado el nombre de *marga irisada* ó *keuper*. Es compacta, granulosa, esquistosa, débilmente agregada, se divide al contacto del aire en pequeños fragmentos cúbicos y contiene pocos fósiles. Esta marga contiene masas de espejuelo, de sal gema, produce los manantiales salados, y ocupa casi enteramente los departamentos de la *Meurthe* y de la *Moselle*: también se halla, pero en depósitos de poca extensión, en *Salins*, *Lons-le-Saulnier*, *Alais*, *Auduze*, *Castellane*, *Avallon*, *Bayeux*, *Flise*, en el *Mont-d'Or*, etc.

Cuando el hidróscopo busca manantiales en las margas, se ve obligado á valerse de toda su sagacidad para poder saber, si son estratificadas, cuál es el espesor de cada capa, cuáles son las capas que son permeables y las que no lo son, si el depósito se compone de una masa no estratificada y si hay hoyos ó no. Porque si no examina cuidadosamente el terreno, se verá expuesto á no hacer una indicación que sería útil y á veces muy importante, ó bien hacerla equivocada.

Cuando el depósito de marga es estratificado; cuando se compone principalmente de greda,

y, por consiguiente, es permeable, y cuando los lechos intercalados y horizontales son impermeables y no se hallan á una muy grande profundidad, entonces puede hacerse la excavación con esperanza de buen éxito; pero si este depósito nada tiene de estratificación; si se compone principalmente de arcilla, y, por consiguiente, es impermeable; si los lechos intercalados y horizontales son permeables ó se hallan á una profundidad muy grande, en tal caso debe uno abstenerse de hacer excavación alguna.

Cuando en los terrenos margosos que se exploran hay hoyos, debe uno conducirse como se ha dicho en el capítulo XX, hablando de la caliza que tiene hoyos.

Terreno clismiano.

El terreno clismiano ó diluviano es aquel que ha sido transportado por las aguas del mar ó de grandes lagos, y ha sido colocado en ciertas localidades. En todos aquellos sitios en que se ven montones de guijarros ó de casquijos rodados, que no han podido ser traídos allí por las corrientes de agua actuales, se puede afirmar que lo han sido por las aguas diluvianas ó por irrupción de los lagos superiores que han roto sus diques. Estos depósitos son tan numerosos

y tan difundidos sobre la tierra, que tal vez no hay una legua cuadrada en que no se halle algún lecho de ellos.

Este terreno se distingue de todos los otros por ocho caracteres principales: 1º, está compuesto de morrillos, de casquijos, de arenas más ó menos rodadas, y ocupa en los valles, en las cuestas, en las mesas, y hasta sobre altas montañas, unas posiciones á las que nunca han podido llegar las corrientes de agua actuales en sus más grandes crecidas; 2º, forma depósitos aislados, unas veces reducidos, y otras veces de alguna extensión, casi siempre independientes los unos de los otros; 3º, de cuando en cuando se ven sobre este terreno pedruscos rodados de todo tamaño, algunos de los cuales tienen hasta 10 ó 20 metros de diámetro, y se hallan en los llanos de donde no podría sacarlos en la actualidad la más fuerte corriente de agua; también los hay que no tienen ninguna roca análoga en todo el valle en que se encuentran, y, por consiguiente, provienen de otras hoyas hidrográficas; 4º, este terreno jamás está cubierto de ninguna capa de roca sólida; 5º, contiene conchas de mar que han sufrido poca alteración; 6º, en él se hallan restos de animales, cuya especie se ha perdido, como, por ejemplo, huesos de los masto-

dontes, megaterios, megalónix, trogenterios, etc., ó restos de animales, cuyos análogos viven en latitudes y climas diferentes de aquellos en donde se hallan semejantes restos; tales son: los elefantes, rinocerontes, hipopótamos, etc., que están hoy día concentrados en la zona tórrida; 7º, no se encuentran en él ni huesos humanos, ni vestigio alguno de la industria humana; 8º, en ciertos países, este terreno, aunque privado absolutamente de corrientes de agua, presenta muchos surcos ó vallecitos muy prolongados, paralelos entre sí, los cuales no los han podido hacer sino las corrientes del mar.

Los pedruscos, los morrillos, los casquijos y las arenas clismianas se hallan alguna vez sin mezcla de otras substancias, pero las más de las veces están como amasados dentro de capas de arcilla, de tierra vegetal ó de limo: Algunas porciones de este terreno están desagregadas; otras se ven conglutinadas por cementos calcáreos ó ferruginosos, y forman montones de almendrilla; otras están divididas en capas ondeadas y de poca extensión, que indican los depósitos sucesivos producidos por las aguas; pero, más comunmente, no presentan ninguna apariencia de estratificación. Hacia las orillas de los ríos, el terreno clismiano presenta ordina-

riamente una ó muchas gradas con escarpas ó pendientes pinas, más ó menos prolongadas, y casi paralelas al *thalweg* del valle. Si se compara el espesor de un depósito con el de otro, y aun los diferentes gruesos de un mismo depósito, se hallan grandísimas diferencias, puesto que en ciertos parajes estos depósitos no tienen sino algunos decímetros, y en otros cuentan hasta 200 metros de espesor. A medida que uno se aleja de los lugares de donde han partido los fragmentos lapídeos de este terreno, los halla más redondeados y menos voluminosos. Cuanto más se excava en estos depósitos, tanto más voluminosos se encuentran los pedruscos y los morrillos.

Los distritos de Francia en que está más extendido este terreno, son las márgenes del Rhin, del Isera, del Durazno, y, sobre todo, del Ródano, en cuyo desembocadero se halla la famosa llanura de la Crau, que tiene cerca de dos millámetros y medio de travesía por todos lados (20 leguas cuadradas), la que no está compuesta sino de este terreno.

Los depósitos clismianos deben contarse entre los terrenos poco favorables al descubrimiento de manantiales; porque generalmente son desagregados, sin estratificación de grande es-

pesor, colocados sin orden alguno, y sin que tenga poca ó ninguna depresión en su superficie. La porosidad de este terreno es tal, que las aguas pluviales, y las de los arroyos que provienen de otros terrenos, se pierden en él, y se hunden hasta el nivel de los ríos cercanos, los que, con motivo del grande espesor del depósito, se hallan, las más de las veces, á un nivel mucho más inferior que el de las localidades que se quisiera proveer de agua. Es verdad que puede encontrarse en él alguna capa de arenilla, de marga ó de almendrilla acuíferas; pero estas especies de capas son tan raras, de tan poca extensión, y á veces tan profundas, que las probabilidades de mal éxito sobrepujan las del bueno.

Debajo de este terreno hay, casi en todas partes, sábanillas ó chorritos de agua que ocupan toda su parte inferior, y corren con dificultad, con lentitud y casi horizontalmente por entre los guijarros para llegar al río inmediato: así es que en las playas bajas de este terreno que hay á lo largo de los ríos, y que no son más altas que éstos sino algunos metros, puede cualquiera excavar donde se le antoje, con la certeza de que hallará la sábana de agua á una profundidad insignificante.

CAPÍTULO XXIII.

TERRENOS PRIVADOS DE AGUA CON MOTIVO
DE SU DISPOSICIÓN Ó DESAGREGACIÓN.

Hay terrenos que por su naturaleza serían favorables á los manantiales, y en los cuales no se deben buscar con motivo de la disposición de las hiladas que los forman; estos son:

1º Todos los terrenos estratificados, cuyas hiladas descansan sobre sus cortes, y son, por consiguiente, verticales ó muy inclinadas. Deben considerarse como muy inclinadas todas las hiladas que tienen más de 45 grados de inclinación. La experiencia me ha probado generalmente que todos los lugares, en que la estratificación tiene á poca diferencia 45 grados de pendiente ó más, aun cuando las hiladas conduzcan las aguas del interior al exterior de las colinas, no se deben buscar allí manantiales, porque todos aquellos que al principio se han hallado á una pequeña profundidad, habiendo tenido toda facilidad de producirse, han arrasado la poca tierra que los cubría y son ahora visibles; mientras que los que se han hallado á

grandes profundidades no han podido jamás salir fuera, y se hallan todavía muy profundos. Así, pues, no se deben buscar jamás manantiales sino en los terrenos que tienen menos de 45 grados de pendiente, y éstos son tanto más favorables cuanto más moderada es su pendiente.

2º Todas las rocas no estratificadas, que están cortadas de arriba abajo por quebrajas ó hendeduras verticales ó casi verticales; tales son: muchas masas de asperón, de pórfido, de trap, de esquistos, de caliza suprajurásica, de mármol, de grauvacke, de antracita, etc. En algunas partes de estas rocas las hendeduras presentan cierto paralelismo entre sí; pero en la mayor parte son sinuosas, contorneadas; no observan ningún paralelismo, y se acercan más á la línea vertical que á la horizontal.

3º Hay rocas que son regularmente estratificadas, y cuyas hiladas tendrían una pendiente bastante suave, y dispuesta para transmitir las aguas horizontalmente, pero como están compuestas de pedruscos de grandes dimensiones, casi rectangulares, separados los unos de los otros por numerosas y anchas fisuras verticales, las aguas bajan libremente y casi á plomo hasta su base, tanto si estas fisuras se corresponden, como sino se corresponden; como, por ejem-

plo, cuando las fisuras verticales de la hilada superior caen sobre el punto céntrico de la hilada inferior, imitando las construcciones en piedras de sillería.

Es fácil concebir que todas las aguas pluviales que caen sobre terrenos así dispuestos, por grande que sea su extensión, no pueden jamás formar una corriente de agua ni en su superficie ni en su interior; y que todas deben bajar libremente hasta la base de las rocas, siguiendo las muchas fisuras y quebrajas verticales que encuentran en todas partes. Las rocas que tienen esta disposición son, ordinariamente, de un gran volumen. Aquel que, obligado por la necesidad de procurarse agua, se decidiese á excavar en estas rocas hasta llegar á su base, no podría prometerse hallar una corriente de agua sino después de haberse asegurado por un maduro examen que la roca descansa sobre un terreno impermeable y muy poco profundo.

Los terrenos, en los que no debe buscarse agua con motivo de su desagregación, son los hundimientos, los derrumbamientos y los escurrimientos.

Hundimiento de terrenos.

Llámase hundimiento una masa considerable de terreno, antes prominente ó al nivel del

suelo, que se ha aplomado de repente ó sucesivamente dentro de una cavidad que había debajo de su base, ó que ha sido formada poco á poco por una corriente de agua subterránea.

1º En el tiempo en que las aguas del mar cubrían los continentes, ó á lo más tarde cuando se retiraron, hubo colinas calcáreas que se desplomaron ó se hundieron, y quedaron reducidas á pedruscos, cascajos y terreno detrítico. Estos pedruscos, cascajos y tierras fueron reducidos á tal estado de desagregación y, por decirlo así, de fluidez, que llenaron á colmo los vallecitos adyacentes, y se nivelaron á un punto tal, que casi no queda vestigio de las antiguas colinas, ni de los vallecitos que han llenado. Tenemos en Francia tres ejemplos evidentes de esas antiguas catástrofes, y todos tres se hallan entre los hoyos donde se sumen los ríos que van á formar á muchos miriámetros de distancia los manantiales de Vaucluse, de la Touvre y de Louysse.

El río del Calavón, que proviene de los Bajos Alpes, al llegar más abajo de Apt (Vaucluse), se pierde poco á poco, pasando por la llanura, que está toda ella compuesta de terreno desagregado; recibe más allá de Gordes el río subterráneo del Nesque, que viene del cantón

de Saul, y forma la famosa fuente de Vaucluse, que da por término medio 890 metros cúbicos de agua por minuto.

Los dos ríos, el Bandiat y el Tardoire, una vez llegados al cantón de Montbrisson (Charente), se pierden insensiblemente en medio de los vastos escombros de la colina que en tiempos remotos existía entre los dos ríos, y llenan hoy día los dos antiguos valles. Los sitios donde estuvieron la colina y los dos valles, no forman, por decirlo así, más que una llanura que tiene de largo cinco leguas, y de ancho tres leguas al E. y dos al O. Toda ella está cubierta de pedruscos de caliza margosa (algunos de los cuales tienen más de un metro de diámetro), de cascajos y de tierras vegetales, mezclados unos y otros sin ningún orden ni vestigio de estratificación. Los dos ríos, habiéndose hecho subterráneos, se reúnen más allá de La Rochefoucauld, y después de haber corrido debajo de tierra el trecho de unas seis leguas, abastecen de agua el magnífico manantial de la Touvre, cerca de Angulema. Las aguas de este manantial forman un río que tiene unos 40 metros de ancho y 1.50 de profundidad.

Todos los arroyos del cantón de Lacapelle-Marival (Lot) que se forman en los terrenos gra-

níticos y esquistosos, tan luego como llegan á los (burgos) de Thémynes, Théminettes é Issendolus, en donde empieza la formación calcárea, se precipitan dentro de tres cavernas, se reúnen debajo de tierra, reciben muchísimos arroyos ocultos, y después de haber corrido un trecho de 25 kilómetros, van á formar cerca de Souillac (Lot) el manantial de Louysse, cuyo volumen es, á poca diferencia, igual al de los dos que se han nombrado. Todas las colinas que separan las hoyas de estos arroyos, las que tienen mucha elevación en los terrenos graníticos y esquistosos, tan luego como llegan á la formación calcárea, se bajan de golpe y desaparecen. Partiendo de estos tres burgos y dirigiéndose hacia Mediodía, no se halla más que una vasta llanura de dos á tres leguas de largo y otras tantas de ancho, cubierta de inmensos escombros que formaban en otro tiempo muchas colinas, de las que casi no quedan más que algunos rastros. Allí la caliza jurásica, más coherente que la de La Rochefoucauld, ha dejado en la superficie del terreno un gran número de masas de tres á diez metros de diámetro, que yacen confundidas con pedruscos de todas dimensiones, cascajos y tierras vegetales.

Estas especies de hundimientos ó desplomes

son mucho más comunes en las formaciones calcáreas de lo que se cree generalmente. En muchísimos parajes he visto antiguos cerrillos, estribos y espolones que se han dislocado enteramente, han llenado los vallecitos adyacentes, y sus restos yacen en la actualidad en un estado de confusión. Aunque de menos extensión y menos bien nivelados que los tres que he citado, no por esto son menos reales y fáciles de distinguir por todo observador atento.

También se hallan con frecuencia en las mesetas de las montañas espacios más ó menos anchos, en los cuales la estratificación está absolutamente interrumpida, llenos de cascajo y de tierras vegetales dispuestas sin orden alguno, formando *dikes* de una profundidad indeterminable. Estos montones ó confusiones son debidos, los unos al movimiento de las aguas del mar, que han empujado y acumulado estos materiales en los intervalos que dejaban los bancos de roca dislocados, y los otros á explosiones de gases subterráneos, que para salir han abierto y roto los bancos de roca, unas veces con terremoto y otras sin él.

Derrumbamientos y escurrimientos de terrenos.

Muchas masas de terrenos se despegan y ba-

jan de las montañas por derrumbamiento ó por escurrimiento.

El terreno baja por derrumbamiento, cuando las diferentes partes de la masa despegada se separan las unas de las otras, ruedan y se precipitan en desorden.

El terreno baja por escurrimiento ó en avalancha, cuando toda ó casi toda la masa despegada baja sobre el plano inclinado de la montaña sin desagregarse ni volcarse.

En las grandes cordilleras se ven cumbres y lienzos de montañas que se han precipitado súbitamente ó han bajado sucesivamente hacia sus bases, y han formado en diferentes alturas nuevas montañas y nuevos montecillos. Algunas de estas nuevas montañas tienen la cima prolongada y paralela á la cresta de donde han salido; otras forman montañas ó cerrillos cónicos que no guardan ningún orden de posición entre sí, ni con la montaña que los ha formado. Lo que hace que estas nuevas montañas sean fáciles de distinguir de las que han quedado en su puesto, es que estas últimas son ordinariamente estratificadas, y sus hiladas se extienden á distancias más ó menos grandes; mientras que las montañas que se han formado por derrumbamiento no presentan más que desorden, trastorno y confusión.

Si algunas de las que han bajado por escurrimiento presentan masas de roca que han conservado su estratificación, estas masas son siempre muy reducidas, y todo el terreno que las sobrelleva, no menos que el que hay á su alrededor, está como molido y sin coherencia.

Todos estos terrenos de derrumbamiento y de escurrimiento han dejado hacia la cornisa de la montaña, de cuyo punto se han despegado, un vacío que forma un ángulo entrante, en el cual podría señalarse la antigua posición de las masas estratificadas que se han escurrido sin deslocarse.

Los derrumbamientos y escurrimientos que han producido estas montañas y cerrillos, han tenido lugar, los unos en la época en que las aguas del mar ó de los grandes lagos cubrían las tierras, ó cuando ellas se retiraron; los otros se verifican todos los días, ya á consecuencia de terremotos, ya con motivo del agua que penetra en las capas de arcilla, las reblandece, y á veces las hincha á tal punto, que no pudiendo estas masas sostenerse más sobre las pendientes que habían tenido hasta entonces, se desploman con su propio peso.

En el número de los primeros puede ponerse el valle de Ramonchamp (Vosgos). Las ver-

tientes de las dos colinas y toda la llanura, que tiene á poca diferencia un kilómetro de ancho, están cubiertas de cerrillos cónicos, evidentemente transportados, separados los unos de los otros y colocados sin orden alguno. Están compuestos de trozos de roca de todas dimensiones, de tierras vegetales mezcladas confusamente unas con otras, y cada prominencia tiene de tres á ocho metros de alto. Todas las crestas y pendientes del rededor llevan las señales de antiguos escurrimientos y derrumbamientos, que no han podido efectuarse sino en el agua.

Después de haberse retirado los mares se han efectuado y se efectúan aún todos los días derrumbamientos y escurrimientos más ó menos considerables.

En el año 1249, la mitad del monte Grenier, cerca de Chambery (Saboya), se desplomó una noche, aplastó á todos los habitantes del pueblo de Myans y de otros pueblos circunvecinos, y sus ruinas se diseminaron por el llano sobre un espacio como de una legua en todas direcciones.

En 1618, una enorme porción de rocas que circundan el valle de Chiavenna, en la Valtelina (Suiza), se desplomó, sepultó el pueblo de Pleurs y más de 2.000 de sus habitantes.

En 1714, la parte occidental del monte Dia-

blerets, en el Valais, se vino abajo: sus ruinas ocupan más de una legua cuadrada, y tienen unos 100 metros de espesor.

En 1772, la montaña de Piz, en la marca de Trevisa (Estado de Venecia), se partió en dos trozos: el uno se tumbó, y cubrió tres pueblos con sus habitantes. Un arroyo, detenido por sus escombros, formó en tres meses un lago. El trozo restante de la montaña se precipitó en él, rebosó el lago, y pereció mucha gente, quedando aun hoy día muchos pueblos sepultados dentro de las aguas.

En Solutré, cerca de Macón, después de grandes lluvias, las capas arcillosas de la cima de la montaña resbalaron sobre los bancos de piedra calcárea que se hallan en la parte inferior: esas capas habían andado ya muchos centenares de metros, amenazando engullirse el pueblo, cuando por fortuna cesaron las lluvias, y, por consiguiente, la marcha de este terreno movedizo.

De esta manera también se despegó una parte del monte Goyena, en el estado de Venecia, durante la noche, y se escurrió junto con muchas habitaciones, que fueron arrastradas hasta el fondo del valle inmediato. Por la mañana, al despertarse los habitantes que nada habían oído, quedaron sobrecogidos en gran manera al ver

que se hallaban en el valle. Al principio creyeron que un poder sobrenatural los había trasladado allí, y solamente después de haber examinado su nueva situación pudieron ver las huellas de la revolución que tan prodigiosamente los había conservado en vida.

El 2 de Septiembre de 1805 y después de un tiempo lluvioso, una mole de 4,000 metros de largo, 400 de ancho y 30 de grueso, se despegó del monte Ruffiberg, en Suiza, se precipitó dentro del valle, sepultó debajo de sus escombros muchas poblaciones, costó la vida á 500 personas, y formó en el fondo del valle muchas colinas de más de 60 metros de elevación.

Del 22 al 23 de Junio de 1837, una parte de la montaña de Perrier, cerca de Issoire, sobre la cual estaba edificada el pueblo de Pardines, se escurrió hasta su base, arrastrando con estruendo los árboles y las casas. Una viña entera y un edificio fueron transportados sin recibir daño alguno; y al día siguiente, una peña basáltica de 100 pies de elevación se derribó de repente, produciendo una conmoción horrorosa.

En la noche del 27 al 28 de Septiembre de 1853, una parte del monte de Duret, en las inmediaciones de Alais, se desplomó sin causar muerte alguna, gracias á la discreta precaución

de la autoridad local, que viendo que en la cima se iba ensanchando todos los días una quebraja mandó á todos aquellos habitantes del valle á quienes podía coger la mole movediza que se saliesen inmediatamente.

La *Gaceta de Coire* (Abril de 1856) dice que hay en su cantón un pueblo movedizo, y explica este hecho notable en los términos siguientes: "Las habitaciones y dependencias se hallan sobre un terreno movedizo, que de cuando en cuando se escurre sobre la pendiente de la cuesta cuya cima ocupaba en otro tiempo, sin que ni las habitaciones ni los árboles que lo cubren hayan sufrido notablemente por este cambio de posición. Este pueblo es el de Ischappina, cerca de Tüsis. Desde unos seis años acá, el terreno se adelanta cerca de media legua sobre la pendiente de la montaña, y á pesar de esto la localidad está siempre habitada y los terrenos son utilizados para el cultivo."

El 30 de Mayo de 1856, de resultas de continuas y fuertes lluvias, los habitantes de Barjac, cerca de Mende, vieron durante el día que el flanco del monte Sennaret, el cual domina la villa y está elevado unos 250 metros, se resquebrajaba y se movía insensiblemente: al mismo tiempo oyeron que sus casas crujían y que un

ruido sordo y prolongado salía de la montaña. A estas señales nada equívocas de un desastre inminente, todos los habitantes se refugiaron en los pueblos inmediatos. A eso de las once de la noche se oyó una detonación mucho más fuerte que la del trueno; una enorme avalancha de terreno se desprendió de la cuesta, cayó en el llano con un estruendo horroroso, aplastó las casas y cubrió ó arrastró hasta el pie de la cuesta opuesta todo lo que halló en el lugar por donde pasaba. El río del Löt, cuyo valle en este paraje no es más que una garganta sumamente estrecha, quedó enteramente atajado por un dique de 100 metros de elevación y de 500 metros de espesor, de cuyas resultas se formó un vasto lago en la parte de arriba. Las partes de los edificios que no fueron destruídas, las cercas de pared, los vallados y los árboles que había en la cuesta, se ven hoy día sobre este malecón, habiendo conservado la mayor parte de ellos sus posiciones respectivas.

Además de estas montañas derribadas, cuya historia nos ha conservado la tradición, muchas otras hay que no podemos dudar que han sido tumbadas y derribadas en épocas que nos son desconocidas. Cuando uno viaja por las montañas elevadas, como los Alpes, el Jura, los Pirineos, se ven pruebas de ello á cada paso.

El lector conoce muy bien que no es en los terrenos que provienen de semejantes hundimientos, derrumbamientos ó escurrimientos donde pueden buscarse manantiales con esperanza de buen éxito. El grande espesor de estos depósitos, que á veces es de 100 metros; su extrema porosidad, la incoherencia y el desorden de todas sus partes, no permiten hacer la más mínima conjetura sobre su composición, ni sobre su disposición interior; y es tan difícil al geólogo conocer el interior de estos terrenos, como á un anatómico reconocer cada partecilla de un cadáver que hubiesen picado.

Arcilla Wallérius.

Independientemente de esas enormes masas de terreno que se despegan de las grandes montañas y se derrumban ó escurren súbitamente á lo largo de sus flancos, se hallan también, tanto en las pendientes de las grandes montañas como en las de los ribazos más insignificantes, muchos depósitos de una arcilla que se escurre insensiblemente, y que se llama arcilla fermentante de Wallérius. Esta arcilla, ordinariamente no tiene más que de uno á cuatro metros de espesor; está entremezclada de arena cuarzosa, la sostiene una capa lisa, en gran manera incli-

nada, y cuya inclinación concuerda con la de la superficie del terreno. Como todas las arcillas, tiene la propiedad de hincharse cuando está mojada y de contraerse á medida que se seca. En tiempos de grandes lluvias se empapa de agua y aumenta considerablemente de peso y de volumen: cuando se halla mojada toda la superficie de la roca sobre la que descansa, se ven aparecer en diferentes puntos y á diferentes elevaciones quebrajas poco anchas, poco profundas y de forma ya circular, ya cuadrada, que señalan la separación de cada una de las masas que se han puesto en movimiento. De estas pequeñas avalanchas, las que se encuentran más elevadas empujan hacia abajo á las más inmediatas; éstas empujan á su vez á las que se hallan más bajas que ellas, y así sucesivamente hasta llegar al punto más bajo de la pendiente; y en diferentes puntos se forman cerrillos ó protuberancias más ó menos elevadas.

La marcha de este terreno es muy desigual. En unas cuevas no baja sino algunos decímetros cada año; en otras, algunas partes bajan por tiempo limitado y en seguida se detienen durante siglos enteros; pero si para abrir un camino se llega á zapar, ó si una corriente de agua va á corroer la base de esta masa movediza, su-

cede alguna vez que, llegando las primeras lluvias fuertes, ó se viene abajo toda entera, ó se desparrama en masas separadas por todo el llano, deteniendo hasta la corriente de agua que allí encuentra.

Los acueductos que se construyen en este terreno se desarreglan muy á menudo, y hasta quedan interrumpidos, y nunca se levantará en él un edificio que sea sólido. Por bien hechas que estén las construcciones, no tardan mucho en henderse,¹ en perder su rectitud perpendicular.

1 Habitudo á ver y conocer este terreno, millares de veces, durante mis excursiones, he anunciado desde lejos, y muchas veces hallándome á gran distancia, que la mayor parte de las paredes de una casa ó de una villa, que yo veía por la primera vez, habían perdido su rectitud perpendicular y estaban rajadas. Los señores que oían estos anuncios quedaban asombrados, y los aldeanos los tomaban como inspiraciones sobrehumanas. Sin embargo, lo que acabo de decir, hace ver que eran muy fáciles de hacer.

Hé aquí lo que cuenta sobre este particular *El Novelista de Pontarlier* en los números 20 y 27 de Octubre, y 17 de Noviembre de 1844:

“En las *Oyettes*, el Sr. Paramelle ha asegurado que si se plantaba hoy una ringlera de árboles en una misma línea, más de la mitad habrían perdido más ó menos su alineación dentro de cincuenta años, y todos ellos dentro de cien años. Estas observaciones se hallan justificadas por el crecimiento de los pinabetes que en este paraje descienden más abajo que en todo otro punto de la colina, acercándose hacia el arroyo de *Lavaux*; lo que no puede explicarse sino por el movimiento insensible del terreno de arriba abajo. Estando almorzando en Suans, el abate Paramelle ha hablado de los terrenos que se hallan en estado de derrumbamiento, y esto ha hecho que renovase su predicción con respecto al lugar de *Lods*

cular y desplomarse. He visto un gran número de pueblos en los que se desploman casas casi todos los años. Los habitantes están muy expuestos á quedar sepultados debajo de sus ruinas, y unos ú otros están continuamente ocupados en reedificarlas.

(Doubs), á saber; que la movilidad del suelo sobre que está edificado amenaza arrastrarlo un día hacia al Loue. Con esta ocasión ha dicho que, visitando el departamento del Var, ha formado el mismo juicio con respecto á un pueblo que se llama Chateaudouble, cuyo juicio, por una coincidencia notable, se ha hallado conforme con el de Nostradamus sobre el mismo pueblo unos 300 años atrás, y que habla dado lugar á los antiguos versos siguientes:

*Chateaudouble, Doublechateau,
La rivière sera ton tombeau.*
(El río será tu tumba.)

EL TRADUCTOR.

“Habiendo llegado el Sr. Paramelle á los Hospitales Viejos, ha indicado cuatro manantiales. Uno de ellos pasa por debajo de cuatro casas y hasta debajo de la rectoría. Desde una distancia de la que no podía verse á simple vista que la casa del cura estaba rajada en un ángulo de dos costados, á causa del agua subterránea, ha dicho: “Id á convencerlos de esta circunstancia:” y los espectadores se han apresurado á verificarla, hallándose enteramente exacta.

“En el pueblo de La Grand-Combe, una observación suya ha impresionado y tal vez asustado á sus habitantes. En todo el departamento del Doubs, ha dicho el entendido geólogo, no he encontrado tanta cantidad de terreno en estado de derrumbamiento como el en que está situada una gran parte de este pueblo; y estoy seguro de que casi todas las casas, por poco elevadas que sean sus paredes, están rajadas, no en la pared de delante ni en la de detrás, sino en las de los costados. Hecha la comprobación, se ha hallado efectivamente que era así.”

En este terreno hay, como en los otros, manantiales visibles y muchos más que están ocultos; pero como el terreno no tiene ninguna estabilidad, de cuando en cuando aparecen y desaparecen los manantiales, unas veces repentinamente y otras sucesivamente; y vuelven á aparecer en puntos diferentes, y desaparecen otra vez. Estando revuelto todo este terreno y corriendo los manantiales en desorden, no puede hacerse en él aplicación de ninguna de las reglas que dirigen la marcha de las aguas subterráneas. Por lo que debe uno contentarse con aprovechar los manantiales que se descubren por sí mismos, y abstenerse de buscar los que están ocultos, porque no pueden encontrarse sino por casualidad, y aun en el caso en que alguno los encontrase, debería estar seguro que los vería desaparecer tarde ó temprano.

CAPÍTULO XXIV.

MANANTIALES MINERALES, TERMALES É INTERMITENTES.

El agua de todos los manantiales es esencialmente la misma, y sus diferentes cualidades no

son debidas sino á los diferentes cuerpos heterogéneos¹ que tiene en suspensión ó en disolución, los cuales modifican su peso, su sabor, su color y su olor. Ningún manantial existe perfectamente puro; y los que se reputa que se acercan más al estado de pureza, son los manantiales de agua viva, llamados también de agua de roca, porque salen de los peñascos después de haberse filtrado entre arenas ó masas graníticas, en donde no han encontrado ninguna materia soluble. Esta agua es de ordinario la más ligera, puesto que el pie cúbico no pesa sino unas 70 libras;² puesta al fuego hierve más pronto que toda otra, y se enfría también pronto, sin que deje sedimento alguno en la vasija en que ha hervido; á más de que disuelve fácilmente el jabón y las legumbres se cuecen en ella en muy poco tiempo. Cuando pasa por sobre la tierra, cría berros de fuente y otras hierbas que conservan su verdor todo el año. Después de los manantiales que salen de los granitos, los mayores para beber y los más sanos son los que salen de los pórfidos, de las micasquistas,

1 *Tales sunt aquæ, qualis terra per quam fluunt.* (Plin., *Historia Natural*, lib. XXXI). (Las aguas son tales cual es el terreno por donde pasan). — *El traductor.*

2 El pie cúbico del agua más cargada pesa 72 libras, el de la más ligera 70.

de los trapps, de las calizas puras y de las arenas.

Manantiales minerales.

Se da vulgarmente el nombre de manantiales minerales á aquellos cuyas aguas son frías y cargadas de disoluciones salinas, terrosas ó metálicas, en cantidad suficiente para curar ciertas enfermedades ó producir una acción notable en la economía animal. Comunmente se decide de la cualidad de un manantial por el principio que domina en sus aguas: así es que se le da el nombre de manantial salado, selenitoso, sulfuroso, vitriólico, ferruginoso, bituminoso, etc., porque sus aguas, en las capas porque han pasado debajo de tierra, han encontrado, han disuelto y arrastrado en abundancia ciertas porciones de sal, de selenita, de azufre de vitriolo, de hierro ó de betún.

Los manantiales minerales observan en su curso subterráneo las mismas leyes que los manantiales ordinarios, y se los descubre por los mismos procedimientos. Así es que yo hice descubrir el gran manantial de Sañ Galmier (Loire), el del castillo de Pinsaguet (Alta Garona), etc.

La química da los medios más seguros para

conocer la composición de las aguas y la naturaleza de las mezclas. Hállanse, en todas las obras que tratan de esta ciencia, los análisis de cierto número de manantiales conocidos. Las sustancias señaladas en cada uno de los cuarenta y cinco análisis que tengo á la vista, son en número de cuatro á quince, y, según Bouillon-Lagrange, "se puede valuar en treinta y "ocho el número de las diferentes sustancias, "cuya presencia se ha reconocido en las aguas "minerales."

Aunque una agua sea clara y cristalina no debe inferirse de aquí que está exenta de toda sustancia heterogenea, porque las partículas salinas disueltas ó minerales descompuestas son tan sutiles, tan atenuadas y tan divididas, que están suspendidas en el agua de una manera imperceptible, y no le hacen perder nada de su transparencia.

Las burbujas de aire que salen continuamente del fondo de algunas fuentes y se elevan hasta la superficie del agua, junto con un gusto agrillo, denotan que el manantial es gaseoso.

El color blanquizco del agua es un indicio de partículas gredosas ó gipsosas; el color blanco amarillento es efecto del carbón fósil; el color negro indica la presencia del asfalto ó de la gre-

da negra. Cuando el agua es rojiza sólo en la superficie, denota alguna substancia animal, y cuando el rojo ocupa toda la masa, es prueba que el agua está impregnada de hierro, de bol ó de ocre. El color verde indica la presencia del cobre ó del vitriolo; el color verde amarillento, la del azufre ó del hierro mezclado con el cobre; el color azul, la del cobre, y el color amarillo negruzco, la del hierro.

El gusto de herrumbre anuncia la presencia del hierro ó del cobre en el agua; el gusto de tinta, el vitriolo. El gusto de sal, de azufre y de turba da á conocer que el manantial ha pasado por entre depósitos ó capas minerales de sal, de azufre, de turba, etc.

El olor de ajos indica un manantial arsenical, y el olor de huevos empollados el azufre. Si se mete una lámina de plata dentro de las aguas sulfurosas antes que hayan sentido la impresión del aire, aquella se vuelve negra.

Manantiales termales.

Los manantiales de agua caliente ó termales presentan todos los grados de calor, desde el agua hirviente, que es de 100 grados, hasta el agua templada. El manantial de *Cauterets* tiene 36 grados de calor; el de *Barèges*, 48; el

de *Balaruc* (Hérault), 53; el de *Vals*, cerca de *Aubenas*, 55; el de *Bagnères-de-Luchon*, 56. En *Bourbon-Lancy*, el manantial de *San Léger* tiene 33 grados; el de *Escure*, 43; el de la *Reina*, 44; el del *Grand-Puits*, 48. Estos cuatro manantiales salen de tierra á algunos metros de distancia el uno del otro. El *Chaudes-Aigues* (Cantal) los habitantes escaldan la sopa con el agua de manantial termal, que ellos sazonan, sin que la hagan calentar más. También hacen cocer en ellas toda especie de carne; los huevos se vuelven duros en pocos minutos, y sus casas se calientan por medio de conductos que pasan por debajo de los enladrillados.

Hasta el fin del último siglo se ha atribuído generalmente el calor de estos manantiales á piritas, á bancos de greda, de piedra caliza ó á volcanes, pero desde que los geólogos han publicado sus observaciones sobre este particular, se ha visto que sólo los manantiales termales que se hallan cerca de los volcanes en actividad pueden recibir de ellos un aumento de temperatura; y que las piritas, la greda y la cal son causas evidentemente demasiado débiles y demasiado agotables para producir efectos tan grandes y tan constantes. Y, en efecto, de muchos siglos á esta parte, que se observan estas

aguas, se les ha encontrado siempre, á poca diferencia, el mismo volumen, la misma composición, el mismo sabor y la misma temperatura. Los fríos excesivos, los fuertes calores, las lluvias copiosas y las sequedades extremas que hacen los manantiales ordinarios tan variables, no producen casi ningún cambio ni en la temperatura ni tampoco en la cantidad de los manantiales termales. Por otra parte, estos manantiales llegan todos á la superficie del suelo por un movimiento vertical, y se los halla en toda clase de terrenos y de posiciones, y la mayor parte de ellos están, además, muy distantes de los terrenos volcánicos.

Así, pues, las aguas termales provienen de las profundidades del globo, de donde sacan su temperatura, y los diferentes grados de calor que tienen son debidos á las mayores ó menores profundidades de que provienen,¹ Está admitido hoy día por todos los físicos y geólogos que la tierra tiene un calor propio que aumenta un grado poco más ó menos por cada 25 metros de profundidad,² y que el agua ordinaria

1 Véanse á MM. D'Orbigny, *Géol.*, cap. I; Boubée, *Abrégé de Géol.*, *Calor central*.

2 "Experimentos ciertos y reiterados nos aseguran que la masa entera del globo tiene un calor propio y totalmente independiente del calor del sol. Este calor es constante en todo

que se hunde en la tierra adquiere cuatro grados de calor por cada 100 metros de profundidad. Conocido el grado de calor de un manantial, puede conocerse á poca diferencia la profundidad de donde viene. Si, por ejemplo, un manantial termal tiene 20 grados de calor, se sigue de aquí que viene de 500 metros de profundidad; si tiene 40 grados viene de 1,000 metros, y si el agua tiene 100 grados de calor, y que, por consiguiente, sea hirviente (suponiendo que este manantial exista en alguna parte), se dirá que viene de 2,500 metros de profundi-

lugar para cada profundidad, y parece aumentar á medida que uno va bajando." (Buffon, *Epoques de la nature*, discurso preliminar.)

"Si uno va hundiéndose yendo hacia el interior del globo, halla el calor que crece progresivamente y de una manera muy rápida. En las minas de Freyberg la temperatura se eleva á á medida que una va bajando, y á 300 metros de profundidad excede á la de la superficie de la tierra unos ocho grados. Este aumento es de un grado por 37 metros de profundidad, ó á lo menos 35." (D'Aubuisson, *Géognosie*, tom. I, págs. 450, 453 y 458.)

M. Cordier, en su *Ensayo sobre la temperatura de la tierra*, publicado en 1828, hace este resumen: "Mis experimentos confirman plenamente la existencia de un calor interno que es propio del globo terrestre, que no depende de la influencia de los rayos solares, y que crece rápidamente con las profundidades. El aumento es ciertamente más rápido de lo que se había supuesto: éste puede ser de un grado por 15 metros y hasta por 13 metros en ciertos terrenos, y por de pronto el término medio no puede fijarse á menos de 25 metros."

Puede verse también, acerca de la temperatura interior del globo, á MM. de Humboldt, Gensanne, Saussure; Rozet, Fourier y otros.

dad. Estos datos tienen excepciones en todos aquellos lugares en que un manantial termal recibe debajo de tierra un manantial de los ordinarios, que lo entibia proporcionalmente á la cantidad de agua que le agrega.

Uno de los beneficios del fuego central es impedir que las aguas subterráneas bajen á profundidades indefinidas. Las que bajan á muy grandes profundidades, pero sin llegar á 2,500 metros, son incesantemente rechazadas fuera de tierra más ó menos calientes, y forman los manantiales termales. La cantidad, muy pequeña, de aquellas que llegan hasta el foco incandescente, queda convertida en vapores que se desahogan por las bocas volcánicas ú otras aberturas del globo.

Este rechazo continuo de las aguas las mantiene todas hacia la sobrehaz de la tierra, en donde una parte circula en la superficie ó á una pequeña profundidad; otra se conserva en los mares cuyo nivel es siempre el mismo, y otra, reducida á vapor, discurre por la atmósfera.

Sin este fuego central todas las aguas se habrían precipitado mucho tiempo hace á las inmensas concavidades que ocupa, de las que nunca habrían ya salido. La superficie de la tierra estaría enteramente seca, y ningún ser viviente, animal ó vegetal, podría subsistir en ella.

Como la corriente subterránea de los manantiales termales es vertical y viene de profundidades extraordinarias, no pueden éstos descubrirse, aplicándoles los procedimientos ordinarios.

Si alguno de estos manantiales, después de haber llegado cerca de la superficie de la tierra, encuentra un banco de roca que le impide concluir su ascensión en línea recta, y lo obliga á tomar una dirección horizontal durante un cierto trecho, ó bien, si habiendo subido hasta el terreno de transporte, no halla sino un terreno desagregado que no puede conducirlo hasta fuera de tierra, en estos dos casos se puede interceptar este manantial en uno de los puntos de su curso horizontal. Por lo tanto, no debe perderse el tiempo en buscar esta especie de manantiales; y debe uno contentarse con aprovecharse de ellos cuando se presentan por sí mismos, ó cuando los haya por casualidad.

Manantiales intermitentes é intercalares.

El modo con que manan los manantiales intermitentes é intercalares, ha picado vivamente, en todos tiempos, la curiosidad de los sabios y de los que no lo eran.

Los manantiales intermitentes son los que, independientemente de las estaciones, manan

durante ciertos intervalos fijos, y cesan enteramente de manar durante otros intervalos; es decir, que aparecen y desaparecen alternativamente, y esto en tiempos determinados.

Los manantiales intercalares son los que, en intervalos fijos é independientes de las estaciones, dan alternativamente cantidades de agua diferentes. Los manantiales verdaderamente intermitentes ó intercalares son aquellos cuya intermisión no dura sino algunos minutos, algunas horas ó algunos días. Aquellos cuyas apariciones y desapariciones duran meses ó años enteros, ó bien, cuyas variaciones dependen de las lluvias ó del derretimiento de las nieves, no se cuentan en el número de los manantiales intermitentes ni intercalares, y se los llama temporarios.

Como la causa de estas variaciones singulares se ha ocultado siempre á nuestra perspicacia, los físicos que han intentado explicarla se han entregado á suposiciones muy diferentes.

Los unos han atribuído estas variaciones á bocanadas de vientos subterráneos; pero no se cita manantial alguno intermitente, cuyo corrimiento vaya regularmente acompañado ó seguido de una corriente de aire bastante fuerte para empujar la columna de agua fuera de tierra.

Los otros han sostenido que la intermisión de los manantiales es efecto del flujo del Océano, puesto que los mares mediterráneos no tienen flujo sensible. En apoyo de esta opinión citan algunos manantiales situados enteramente á la orilla del mar ó algunas decenas de metros de distancia, que suben y bajan al mismo tiempo que él. Este hecho, muy sencillo, no tiene relación alguna con los manantiales intermitentes que se hallan, con frecuencia, á centenares de leguas de distancia, y á centenares ó millares de metros sobre el nivel del mar.

El desacuerdo que existe entre el flujo del mar y los diferentes manantiales intermitentes, habría debido, por sí solo y á primera vista, hacer rechazar esta hipótesis, porque la duración del flujo es de unas seis horas, y entre tantos manantiales intermitentes que se conocen, tal vez no se citaría uno cuyo período tenga exactamente esta duración. A más de que, como la intermisión de los diferentes manantiales presentan toda clase de duración, desde algunos minutos hasta algunos días, tal vez no se encontrarán dos cuya duración sea rigurosamente la misma.

Otros hay, que para dar explicaciones de este fenómeno fundadas sobre hechos, han intentado

coger—como se dice—á la naturaleza infraganti. Empezando en el mismo punto en que sale el manantial, han practicado una galería más ó menos larga que seguía paso á paso su conducto subterráneo; pero no se cita ni uno que haya sido tan dichoso que viese funcionar este mecanismo debajo de tierra. Su curiosidad no ha tenido las más de las veces otro resultado que el de destruir para siempre jamás un fenómeno que era la maravilla del país.

A falta de observación directa, los físicos explican la intermisión de las fuentes por el juego del sifón, cuyo mecanismo es perfectamente conocido: y á fin de que todos los lectores puedan comprender lo que luego se dirá, voy á explicar la forma y el juego de este instrumento.

Un sifón es un simple tubo encorvado ABC, cuyo brazo AB es más corto que el otro BC. Para servirse de este instrumento, la extremidad A del brazo corto se coloca dentro de un vaso D, ó bien se ajusta á una abertura lateral A del vaso. Echese dentro del vaso agua ó cualquier otro líquido. A medida que el agua se eleva dentro del vaso, se eleva también dentro del brazo corto AB. En el momento en que llega á la elevación de la curvadura B, empieza á subir con rapidez por el brazo corto AB, y á ba-

jar por el brazo largo BC. El agua continúa saliendo por el tubo, y el vaso se vacía hasta que aquélla ha descendido debajo de la abertura del brazo corto A, en cuyo momento cesa el corrimiento. Todas las veces que se repite esta operación, se obtiene el mismo resultado.

Es indiferente que este tubo sea de vidrio, de metal ó de madera; que sea grueso ó delgado; y que su curvatura sea arqueada, angular ó extravagantemente tortuosa. Para que un sifón pueda jugar, es preciso que su desembocadura se halle más baja que el nivel del agua contenida dentro del vaso.

Según estos datos, confirmados por todos los experimentos y admitidos de todos, para explicar cómo un manantial puede alternativamente arrojar una cantidad de agua y cesar durante ciertos intervalos regulares, se han visto obligados los hidrógrafos á suponer que el agua de este manantial encuentra debajo de tierra una cavidad más ó menos espaciosa, y en seguida una manga dispuesta como un sifón. Puede cualquiera formarse una idea de estas dos especies de cavidades en la forma siguiente:

Una vez supuesta esta caverna y esta manga, dispuestas en forma de sifón, es fácil concebir y explicar el juego y la intermisión de este

sifón subterráneo. Cuando el depósito D está vacío, el agua que el manantial E echa en él se eleva con igualdad, tanto dentro de la cavidad como dentro del brazo corto de la manga AB: desde el momento en que el agua se ha elevado dentro de la cavidad y de la manga hasta la más grande altura de la curvatura B, comienza á bajar dentro del brazo largo BC, de donde hace salir el aire con ruido, y continúa manando y la cavidad vaciándose hasta que el nivel del agua haya descendido debajo de la abertura del brazo corto A. En este instante cesa el corrimiento, y esta cesación dura hasta que el agua se haya elevado otra vez á la altura B de la curvatura de la manga.

Como la duración del corrimiento depende del grandor de la cavidad, del diámetro de la manga y de la cantidad de agua que produce el manantial, de ahí es que ciertos manantiales intermitentes dan agua solamente durante algunos minutos, otros durante algunas horas y otros durante algunos días, y dejan de darla todo el tiempo que necesita la cavidad para llenarse de nuevo.

Para que un manantial sea intermitente, es necesario que la manga ABC se lleve más agua que la que da el canal E que la suministra; por-

que si este canal echara dentro de la cavidad tanta ó más agua de la que puede arrojar la manga, el agua se sostendría dentro de la caverna á la altura de la curvatura de la manga, y el corrimiento sería continuo.

Componiéndose el corrimiento de la cantidad de agua que se halla dentro de la cavidad en el momento en que el sifón empieza á jugar, y también de aquella que cae en la misma todo el tiempo que dura el corrimiento; cuando el canal que la suministra aumenta su producto después de lluvias abundantes, llenándose entonces la cavidad en menos tiempo, resulta que la intermisión es más corta y el corrimiento más largo. Si, por el contrario, la sequedad viene á disminuir la cantidad de agua del canal que la suministra, la intermisión será más larga y el corrimiento más corto.

Esta manera de explicar la intermisión de ciertas fuentes es la única satisfactoria que ha podido hallarse hasta ahora: y para probar que esta cavidad, esta manga y el juego que es su resultado no son suposiciones gratuitas, se ha construído un aparato que produce perfectamente este fenómeno, al que por este motivo se ha dado el nombre de fuente intermitente.

Por lo que toca á los manantiales intercala-

res, es decir, aquellos que durante ciertos intervalos de tiempo dan más agua que en otros, se ve uno forzado á admitir que debajo de tierra el trozo largo de la manga intermitente echa sus aguas en otro manantial cuyo corrimiento es continuo, ó bien, si no hay más que una corriente de agua, decir que ésta se divide en dos antes de llegar á la cavidad, que la una sigue un conductor cuyo corrimiento es continuo, que la otra pasa por la caverna y la manga intermitente, y que las dos se reunen antes de llegar á flor de tierra.

Las fuentes intermitentes é intercalares se encuentran en gran número en todos los países. La más notable que tenemos en Francia es Fontestorbe, en el pueblo de Belesta (Ariège). Su corrimiento es ordinariamente intercalar¹ desde el mes de Junio hasta el mes de Octubre; pero en el invierno, y aun durante las lluvias del verano, se hace continuo. Este corrimiento empieza cada tres cuartos de hora y dura diez y ocho minutos. En su crecida más grande da con poca diferencia ocho veces más agua que en la menor.

El corrimiento de la fuente del Touillon cerca de Pontarlier (Doubs), dura diez minutos,

¹ Tal vez deberá decir intermitente.—*Nota del traductor.*

llena su pilón y desaparece completamente, dejando el pilón sin agua durante tres cuartos de hora.

La fuente de Colmars (Bajos Alpes) da agua ocho veces en una hora, y se para otras tantas veces, sin que varíe en los diferentes tiempos del año sino de seis á ocho minutos.

El manantial de Fonsanche, entre Sauve y Quissac (Gard), da agua con bastante regularidad dos veces cada veinticuatro horas, y tiene dos intermisiones en este mismo tiempo. Durando cada corrimiento siete horas veinticinco minutos, y cada intermisión cinco horas: los corrimientos y las intermisiones retardan cada día unos cincuenta minutos.

Las intermisiones de la fuente de Jaude, en Clermont, son de unos seis minutos.

El departamento del Lot tiene dos fuentes intermitentes: una en *La Mcthe-Cassel*, cuyo corrimiento aumenta desde la diez de la mañana hasta las tres de la tarde, y otra en *Gigouzac*, que empieza á dar sus aguas con más abundancia hacia las diez de la noche y cesa absolutamente de darlas á eso de las cinco de la mañana.

Las fuentes intermitentes y termales más extraordinarias que se conocen, son los *geysers* de

Islandia, los que parece que deben sus accesiones, no al juego de un sifón, sino á una acumulación de gases mezclados á masas de agua contenidas dentro de vastas cavidades subterráneas. El terreno de esta isla, todo volcánico y que conserva todavía un volcán en actividad, despidе enormes cantidades de gas, que en tiempos indeterminados hinchаn las aguas subterráneas y las empujan fuera cōn más ó menos violencia.

Es verosímil que á la misma causa es debida la irregularidad de ciertos manantiales intermitentes que ningún orden observan en las duraciones de su corrimiento y de su intermisión. El número de estos *geysers* pasa de ciento, y están agrupados en un espacio de media legua cuadrada á poca diferencia, y á media legua de *Skalholt*. Hé aquí cómo cuenta M. de Troil sus impresiones cuando fué á ver estos manantiales.¹

“Los *huer* ó chorros de agua, que son en mucho mayor número, son más notables. Sólo citaré los tres más curiosos. Hay uno cerca de *Langervatn*, lago de agua dulce que tiene una legua de circunferencia, á dos jornadas del He-

¹ *Cartas sobre la Islandia*, traducidas del sueco, pág. 304 y siguientes.

cla; allí es donde ví el primer *huer* ó chorro de agua, y debo confesar que es un magnífico espectáculo. El cielo estaba sereno, y el sol empezaba á dorar las montañas vecinas. Como no hacía viento, el lago, donde se paseaban los cisnes, se presentaba á la vista como un espejo. Alrededor, y en ocho puntos distintos, se veía elevarse de estos manantiales eslientes cantidad de vapores que se perdían en el aire.

“Todos estos manantiales echaban chorros de agua, y uno de ellos formaba una columna de 18 á 24 pies de alto, y de 6 á 8 pies de diámetro. El agua estaba en extremo caliente. Para nuestro almuerzo hicimos cocer en ella un gran pedazo de carnero, algunas truchas salmonadas, y unas cuantas agachadizas, sin que todo esto perdiese nada de su sabor. Tal era el grado de calor, que al cabo de seis minutos estas carnes estuvieron cocidas, casi en estado de deshacerse en pedazos.

“Una descripción cual hubiera deseado poderse la dar á vd., sería todavía inferior al sujeto; pero es cierto que en ningún otro lugar me he sentido nunca más lleno de admiración y de veneración por el Autor de la Naturaleza.

“En *Reikum* se halla otro *huer*, y se asegura que el chorro de agua de éste se elevó pocos

años atrás hasta la altura de 70 pies. Un hundimiento de tierra que cubre casi toda la abertura por donde salta el agua, es la causa de que actualmente no suba más de 60 pies.

“Hasta ahora, caballero, no le he hablado de lo que me ha parecido más digno de notar, y que le costará á vd., lo mismo que á mí, gran trabajo para creerlo. No le contaré nada más que lo que he visto, y, por consiguiente, respondo de la verdad.

“El mayor chorro de agua que existe, es el de *Geyser* cerca de *Skalholt*, una de las residencias del obispo de Islandia. Los de *Marly*, de *Saint-Cloud*, de *Vinterkasten*, en el landgraviato de Cassel, y de *Herrenhausen*, en el país de Hannover, nada son en comparación de aquel. En un espacio menor que el de media legua en torno, se hallan hasta cincuenta fuentes hirvientes, que verosímilmente provienen todas de un mismo manantial.

“En unas, el agua es clara; en otras, es turbia como el agua de cal después que ésta se ha precipitado, y en algunas el agua pasa al través de una vena de almagre que la vuelve roja como si fuera sangre, mientras que la de las otras fuentes, que pasan por entre una greda más clara, es blanca como la leche.

"Todas estas fuentes forman chorros de agua, pero con la diferencia de que en unas el surtidor es continuo, y en otras sólo por intervalos. La mayor de las fuentes, que está en medio de las otras, fué la que más nos ocupó.

"Estuvimos allí desde las seis de la mañana hasta las siete de la tarde. El diámetro del cañón que recibe el agua ascendente mide 10 pies; su profundidad la ignoro. La copa que se halla á la extremidad del cañón, presenta la forma de un caldero; su diámetro tiene 56 pies, y su borde, más alto que el del cañón, tiene nueve pulgadas. Esta fuente no echa agua continuamente, pues se interrumpe muchas veces al día. Los habitantes de aquellas cercanías nos aseguraron que el agua sube mucho más alto cuando no hace mucho frío.

"Cuando nosotros llegamos, vimos saltar el agua hasta diez veces en cinco horas, y llegar á la altura de 60 piés. Cuando el agua había subido al borde del cañón, no llenaba la copa sino poco á poco, y después, por fin, rebosaba. Nosotros estábamos aguardando un chorro de una grande elevación que no tuvo lugar sino más tarde.

"M. Lind, que nos acompañaba como astrónomo, preparó su cuadrante para tomar la al-

tura exacta. Por la tarde, á las cuatro y algunos minutos, hubo un temblor de tierra, haciéndose sentir también este sacudimiento en diferentes puntos, sobre la cima de la montaña, á 500 brazas de la abertura, y fué acompañado de un ruido subterráneo parecido al de muchos cañonazos que se disparasen sucesivamente.

“Un momento después empezó el chorro; y la columna de agua, que según nuestras observaciones subió á 90 pies de elevación, se dividió en diferentes direcciones. Pero lo que aumentó el asombro que nos causaron los efectos extraordinarios del fuego y del aire, fué cuando vimos que volvían á subir las mismas piedras que acabábamos de echar á la abertura.”

Posteriormente á M. de Troll, otros viajeros han observado que había habido cambios en el número y en la fuerza de los manantiales ascendentes. Cuando hubo un terremoto en 1784, desaparecieron algunos de los manantiales antiguos y aparecieron otros nuevos. Sus erupciones han sido generalmente más violentas y más considerables, puesto que el teniente danés Ohlsen vió en 1804 una columna de agua elevarse á unos 150 pies y otra á 212.

CAPÍTULO XXV.

MANANTIALES DE AGUA POTABLE Y MANANTIALES DE AGUA IMPOTABLE.

Siendo los médicos y los químicos los únicos hombres competentes para hacernos conocer las aguas que son potables y las que no lo son, creo que debo poner á la vista de los lectores algunos de los caracteres que nos indican para saber distinguir las unas de las otras en los casos más fáciles.

Caracteres de las aguas potables.

“El agua, para ser buena, debe ser, dice Hipócrates, cristalina, ligera, aireada, sin olor ni sabor sensibles, caliente en invierno y fría en verano.”¹

Según Tissot: “Debe escogerse un agua de fuente pura, grata, fresca, que con facilidad haga espuma con el jabón, que cueza bien las legumbres, y que lave bien la ropa blanca.”²

“Las señales de la buena calidad del agua,

¹ *De aère, aquis et locis.*

² *De la salud de los hombres de letras.*

son: 1º, que sea clara, cristalina, y que no tenga cuerpo ni substancia alguna que enturbie su transparencia; 2º, que no tenga olor ni color, y que tenga un sabor vivo, fresco y penetrante; 3º, que cueza fácilmente las legumbres y disuelva bien el jabón.”¹

La Enciclopedia Moderna, en el artículo *Agua*, indica los caracteres siguientes: “El agua potable debe ser viva, cristalina, insípida, que no dé ninguna sensación de peso en el estómago, y que disuelva fácilmente el jabón.”

Según MM. Hallé, Nysten, Londe y Rostán, médicos que en nuestros días se han ocupado más de esta cuestión: “El agua puede considerarse como buena y potable cuando es fresca, cristalina y sin olor; cuando su sabor no es ni desagradable, ni soso, ni picante, ni salado, ni tira á dulce; cuando contiene pocas materias extrañas; cuando tiene aire en disolución; cuando puede desleir el jabón sin formar grumos, y cuando cuece bien las legumbres secas.”²

“Las aguas de manantiales y de fuentes presentan muy grandes diferencias en el grado de su pureza y en su temperatura. Las unas son casi puras, y las otras cargadas de gases ó de

¹ “Nuevo Diccionario de Historia Natural,” art. “Agua.”

² “Diccionario de Medicina.”

disoluciones salinas, terrosas ó metálicas. En tanto que las aguas pasan por terrenos que no contienen ningún principio salino, alcalino ó metálico, permanecen en su pureza; tales son las que pasan por el granito vivo ó por las arenas, la caliza ó la arcilla puras; éstas se aproximan al estado de las aguas de lluvia, y son muy buenas y sanas.”¹

Caracteres de las aguas impotables.

“Las aguas de manantial pueden ser impropias para los usos domésticos cuando contienen una cantidad notable de materias extrañas que las hacen insolubres, ó solamente de un uso desagradable.”²

“Las aguas que vienen de terrenos gipsosos, están cargadas de sulfato de cal; las que nacen en los pozos cuyo suelo es greda, contienen carbonato de cal. Las que se sacan de los pozos cuyo suelo es turboso, pantanoso, impregnado de agua de estiércol ó de letrinas, deben ser consideradas como muy insalubres. Las aguas son de mala calidad si pasan cerca de salinas, de

¹ Héricart de Thury, párrafos 231 y 232.

² “Enciclopedia Moderna,” art. “Agua.”

pantanos, de estanques cenagosos, de albañales de inmundicias.”¹

“Cuando los terrenos por donde pasan las aguas, contienen sales terrosas, alcalinas ó metálicas solubles, cargándose de estas substancias y de los gases de ellas pueden disolver, se convierten en aguas minerales y medicinales. Muchas veces las aguas arrastran materias que no pueden disolver; tales son aquellas que están cargadas de petróleo, de betún ó de materias negruzcas, viscosas y fétidas. Las aguas de Trémolai, cerca de Clermont, son negras, y dejan un poso de materias pegajosas de un olor fuerte y desagradable; las del Pic de l'Etoile, antiguamente del volcán Vivarés, negras también é infectas, están cargadas de betún oleoso muy fétido; la fuente de la Pegue, en Servac, cerca de Uzés, sale borbotando y deja en el fondo de las vasijas un betún negro, viscoso y muy inflamable; la fuente de Gabian, en Languedoc, es notable por la cantidad de betún que arrastra. Sobre este particular ninguna es más de notar que la fuente de Puits de la Poix, á una legua de Clermont, en la cual el agua mana con el pisasfalto en un grado muy grande de pureza, que

¹ “Nuevo Dicionario de Historia Natural,” art. “Agua.”

del fondo del pilón se eleva y va á formar sobre la superficie del agua una piel en toda la extensión del pilón. Tales son también los manantiales del Puy de la Sau, cerca de Montferrand.”¹

“Las aguas que tienen un olor cualquiera, un sabor desagradable, soso, salado, ó la muy dulce, deben ser reputadas por no potables. Cuando el agua tiene olor, lo debe ordinariamente á sustancias orgánicas, las más de las veces podridas, y no puede beberse sin algún peligro para la salud. En resumen, toda agua que tiene olor, es una agua mineral ó una agua alterada por materias orgánicas, y no puede considerarse agua buena para beber. El sabor indica de una manera bastante cierta la presencia de las materias orgánicas, en especial podridas, en una cantidad notable. El agua pura no tiene absolutamente color alguno y es transparente: por lo tanto, si una agua destinada á los usos domésticos presenta algún viso de coloración, es señal cierta que tiene en disolución alguna sustancia extraña, y en particular alguna materia orgánica. Una agua de esta naturaleza es esencialmente mala, y debe desecharse. Toda agua turbia, cenagosa ó que no tiene una clari-

¹ Héricart de Thury, párrafos 233 y 234.

dad perfecta, tiene en suspensión substancias extrañas, y particularmente materias terrosas. Tales son la mayor parte de las aguas de río, y tales aguas no pueden beberse en este estado, porque las materias terrosas que contienen en suspensión, no sólo las hacen pesadas é indigestas, sino que estas materias contribuyen también á causar un desorden en las funciones digestivas por la desgana que ocasiona.

“No hay duda que en invierno deben preferirse las aguas de manantial que parecen calientes, porque su temperatura, invariable en toda estación, se halla en invierno 15 ó 20° más elevada que la de la atmósfera. Pero en verano, la frescura del agua potable es una condición mucho más importante todavía que su estado templado en invierno..

“Es un hecho que nadie ignora, á saber, que el agua fría, ó á lo menos la que parece serlo en Verano, porque su temperatura es generalmente entonces menos elevada que la de la atmósfera, al mismo tiempo que es agradable al paladar y al estómago, apacigua la sed, procura desde luego un sentimiento de bienestar y reanima las fuerzas. Nada hay más desagradable, por el contrario, ni más perjudicial en tiempo de calor, que beber una agua cuya temperatura

se acerque á la de la atmósfera, y que parece tibia cuando uno la bebe ó mete las manos en ella.

“Esta agua, cualquiera que sea, por otra parte, su buena calidad con respecto á las sustancias que tiene en disolución, es sosa y nauseabunda: no es agradable al paladar ni á los órganos digestivos; no apacigua la sed en ninguna manera, aun cuando uno la beba en gran cantidad, sino que causa un fastidio insuperable y dispone á vomitar al que la bebe. Por lo tanto, una agua muy fresca en verano puede considerarse como una de las principales necesidades higiénicas para las poblaciones de nuestros climas templados.”¹

Aguas de manantial preferibles á las aguas de río.

Aunque se encuentre de cuando en cuando un manantial, cuyas aguas no son buenas para beber, no se debe creer por esto que haya muchos de estos manantiales, pues acabamos de ver que M. Héricart de Thury no ha podido indicar más que seis en Francia. Al contrario, esta especie de manantiales son muy raros, y son más raros todavía aquellos cuyas aguas hacen mal.

¹ De las aguas de manantial y de las aguas de río, por M. Dupasquier, médico del hospital de Lyon, cap. VI.

En efecto, si se quiere no incluir en el número de los malos, aquellos que no lo son sino accidentalmente, como, por ejemplo, aquellos que han pasado debajo de los lugares infectos que se indicarán en las advertencias generales del capítulo XXXVII, y que en lo sucesivo podrán evitarse, como también las aguas que se sacan de los pozos ó fuentes que no se ha tenido cuidado de limpiar, y las que están expuestas á los ardores del sol, se verá que por un manantial cuya agua no es buena, hay muchos centenares en el distrito, cuyas aguas son buenas ó excelentes.

Así, pues, no han tenido razón algunos que han sostenido que, generalmente hablando, el agua de río es preferible á la de manantial, porque esto no puede ser cierto sino cuando se comparan las mejores aguas de río con las aguas de los malos manantiales.

Si es cierto que no se debe disputar sobre gustos, y que cada uno tiene razón cuando dice que una cosa es buena ó mala para él, aun cuando todos los hombres fueran de contraria opinión, es también cierto que las reglas no deben ponerse conforme á las excepciones, y que lo que halla bueno la casi totalidad de los hombres debé llamarse bueno, no obstante el gusto

particular de algunos pocos. Aquí también debemos apoyarnos en las autoridades, y, sobre todo, en los hechos.

El *Nuevo Diccionario de Historia Natural*, en el artículo *Agua*, trae lo siguiente: "Las aguas de los ríos pequeños tienen un gusto de lodo que toman de los gases pútridos procedentes de la descomposición lenta de los cuerpos que contienen, los cuales continuamente los producen de nuevo..... Un río grande reúne en sí arroyos y ríos pequeños que le traen aguas que han lavado montañas, regado praderías, se han corrompido en pantanos, han disuelto substancias salinas, terrosas y metálicas. Atraviesa poblaciones grandes, y sirve de albañal á sus arroyos cenagosos é infectos.... La horrible mezclanza de materias corruptibles, de materias en putrefacción, de gases deletéreos, de substancias salinas, terrosas y metálicas; estos arroyos infectos arrastran esta mezcla que revuelve todos nuestros sentidos..... Las aguas de río son malas para beber cuando sirven para enriar el cáñamo y el lino, cuando recogen al pasar por las poblaciones todas las cloacas, todas las inmundicias de los sacamanchas, de los jiferos, de los curtidores, de las lavanderas, de los tintoreros, etc.; tienen, por lo general, un gusto de

légamo, y un olor de pantano, procedentes de los gases pútridos que salen de la descomposición lenta de los cuerpos orgánicos que contienen."

La facultad de medicina de Paris y un gran número de químicos han probado que el Sena, que dista mucho de ser el río más cenagoso de Francia, tiene en disolución substancias que están pudriéndose, y que en tiempo de calor toma un sabor de pantano en un grado desagradable.

Probemos ahora con hechos que, generalmente hablando, todos prefieren el agua de manantial al agua de río.

Todos los que han recorrido Francia, han visto con admiración esos inmensos restos de acueductos que los romanos construyeron para traer manantiales á todas las ciudades, cerca de las cuales pudieron hallarlos bastante altos para que pudiesen llegar á ellas. Las más de estas ciudades tenían aguas de ríos que pasaban por enmedio ó regaban sus campos contiguos; sin embargo, á esos dominadores del mundo, para procurar á aquéllas agua de manantial, no les arredró, para pasar al través de los valles, levantar arcadas que tienen hasta 50 y 100 pies de elevación, ni cortar profundamente las rocas

y horadarlas en un trecho de muchos kilómetros para atravesar densas colinas.

Esas obras grandiosas, que los siglos posteriores han admirado, pero no han sabido conservar, se hallan todas hoy día en estado de ruinas, y ninguna ciudad ha tenido hasta ahora valor de emprender su restauración, porque las más de aquellas no podrían ponerse en buen estado sino con un costo de algunos millones ó de algunos centenares de miles de francos. Así es que la ciudad de Metz, por enmedio de la cual pasan el Mosela y el Seille, iba á tomar sus aguas al magnífico manantial de Gorze, distante 18 kilómetros. Uno de los excelentes manantiales de Arcier era conducido á Besanzon, ciudad que atraviesa el Doubs y distante de Arcier 10 kilómetros. La longitud y la elevación de los restos del acueducto que conducía las aguas á Poitiers, presentan todavía el aspecto más imponente, á pesar de atravesar esta ciudad dos ríos, el Clain y el Boivre. La ciudad de Fréjus la baña un río de las más cristalinas aguas que hay en Francia, y fué dotada de una cueducto que iba á tomar el manantial del Siagne á 38 kilómetros. La ciudad de Arlés, bañada por el Ródano, sacaba sus aguas de los manantiales que hay al Este de Saint-Rémy, á 22 kilómetros de distancia, etc.

Vemos hoy día que todas las ciudades, todas las villas, pueblos y propietarios que no tenían ningún manantial cerca de sus casas, y han podido procurarse uno, no han dejado de hacerlo, aunque tuviesen en abundancia agua de río ó de arroyo. Todas estas autoridades, todos estos hechos, y muchísimos otros que podría citar, prueban por lo mismo hasta la evidencia que, generalmente hablando, el agua de manantial es la más apropiada al gusto y á las necesidades del hombre.

CAPÍTULO XXVI.

MANANTIALES CUYAS AGUAS SE ENTURBIAN, Y MEDIOS DE CLARIFICARLAS.

La mayor parte de los manantiales se enturbian más ó menos cada vez que cae una fuerte lluvia ó se verifica el deshielo de la nieve, y se vuelven, por lo general, tanto más turbios cuanto menos profundos pasan dentro de tierra. Al correr las aguas pluviales por la superficie de la tierra se cargan de una gran cantidad de partículas terrosas y vegetales, las que van dejan-

do poco á medida que se hunden dentro de la tierra; y cuando la corriente de agua á la que van á parar se halla á una profundidad considerable, llegan allí enteramente clarificadas y limpias; pero si la corriente de agua es poco profunda, llegan á ella imperfectamente filtradas, ó sin estarlo ni poco ni mucho, y entonces corren y se derraman cargadas de todas las impurezas que han arrastrado. Esto tiene lugar con más especialidad en los manantiales que provienen de las regiones que están cubiertas de hoyos: aunque su conducto se halle á una gran profundidad, las aguas pluviales caen en él, corren y vuelven á salir sin haber pasado por la más pequeña clarificación. Todo lo que han podido á lo más encontrar es algún foso, en donde han podido dejar una parte de las materias que tienen en suspensión.

Los manantiales que se forman y pasan por debajo de bosques, de prados, de lugares de pastos y otros terrenos incultos, aunque sea poca su profundidad, son siempre claros, porque como sus conductos son siempre los mismos y están lavados mucho tiempo ha, no se cargan de ninguna impureza; pero los que provienen de terrenos cultivados, como campos, viñas, etc., y pasan á poca profundidad, se enturbian cada

vez que llueve, porque la cultura es la causa principal é incesante de que se enturbien las fuentes.

El medio de prevenir este inconveniente se presenta á veces al tiempo de indicar el manantial. Si uno tiene libre elección entre dos manantiales, y prevé, según lo que se ha dicho, que el uno será turbio y el otro claro, no debe titubear en escoger este último; pero si el manantial que se enturbia está ya descubierto y se sirven de él las gentes, no sé otro medio para hacer que esté siempre claro, que el dejar iucultas todas las tierras que forman su hoya, cuyo medio es casi impracticable en todas partes, ó bien clarificar las aguas con filtros.

Filtración de las aguas cenagosas.

La filtración del agua es una operación que consiste en hacerla pasar al través de un cuerpo destinado á purificarla de las inmundicias que suele contener.

Todos los medios que se han discurrido, y descubrimientos que se han hecho hasta hoy día para filtrar las aguas en gran cantidad, cual convendría, por ejemplo, para las necesidades de una ciudad, no presentan todavía procedi-

miento alguno que al ponerse en práctica haya producido resultados, cuyo valor haya igualado los gastos de ejecución y conservación. Por lo tanto, sería inútil exponer aquí los diferentes sistemas de filtración que han sido propuestos, y que se hallan casi todos en estado de teoría; y así me limitaré á hablar de dos especies de filtros, que son los más usados, y que cada cual puede tener en su casa; es á saber: los filtros de piedra y los filtros de tela de algodón.

Filtros de piedra.

La mayor parte de aquellos que están privados de agua de manantial, beben aguas de río, de arroyo, de cisterna ó de charca, tales como la naturaleza las proporciona, por cenagosas y malas que sean. Es verdad que algunos tienen filtros para clarificarlas, pero éstos son muy pocos en todos los países, y esté medio de hacer que las aguas sean potables está, por desgracia, muy poco en uso.

Una piedra de filtrar, de una capacidad suficiente para procurar agua potable á los habitantes de una casa que cuente de cinco á diez personas, como enteramente trabajada, no cuesta en la fábrica sino unos 10 á 20 francos, se-

gún los países; casi no hay familia que no pueda hacerse con una, y costear los pocos gastos de establecerla. Por esto, no puede deplorarse ni vituperar, como se merece, la negligencia de todos aquellos que, pudiéndose procurar agua potable con tan poco coste, sacrifican el bienestar y comprometen la salud de todas las personas de su casa no dándoles más que aguas solubles y asquerosas. Así, pues, todos aquellos que no tienen agua potable cerca de sus casas, deben, lo más pronto posible, colocar en ellas y conservar en buen estado filtros para clarificar, á lo menos, la que beben.

Las piedras de filtrar son aquellas cuya textura es bastante porosa para dejar pasar el agua y detener las impurezas de que está cargada. El asperón es, en nuestro país, la piedra que reúne más comunmente estas dos condiciones; pero dista mucho que todos los bancos de esta roca las tengan, y sólo después de algunos ensayos puede uno estar seguro de que un banco de asperón no es ni demasiado poroso, ni poco poroso para hacer de él buenos filtros. Como en una misma cantera cada hilada tiene casi siempre una porosidad un poquito diferente de todas las otras, no debe inferirse que todas las hiladas pueden procurar buenos filtros, aunque

una ó muchas hiladas den pedruscos buenos para hacerlos excelentes. Supuesto que la composición de una hilada es generalmente la misma en toda su extensión, si en la primera capa se ha visto que es buena para hacer filtros, puede contarse en que lo será en toda su extensión. Si en la misma cantera se ha visto que muchas hiladas contiguas ó separadas son buenas en su primera capa, puede estarse seguro de que cada una de ellas lo será hasta sus extremidades.

En Francia los depósitos de asperón se cuentan á millares, y puede que no haya departamento que no tenga de ellos alguna cantera. ¡Cuántas habrá que son muy aptas para hacer buenos filtros, y á nadie le ha ocurrido la idea, porque nadie lo ha ensayado jamás! Así, pues, todos aquellos que tuvieran en sus posesiones un banco de asperón, harían muy bien de hacer labrar algunos pedruscos por medio de ensayo; y si les saliera bien y quisiesen explotarlo, sacarían grandes utilidades para sí mismos, y harían una buena obra á los habitantes de su comarca.

Una piedra de filtrar está labrada exteriormente en forma de semiglobo, y en el interior está ahuecada en la misma forma. Su espesor varía de cuatro á diez centímetros, según el gra-

do de porosidad de la piedra, y su diámetro es de unos 60 centímetros. Esta especie de barreño se tiene suspendido ó elevado á la altura de 60 ú 80 centímetros, colocándolos sobre unas trébedes de hierro ó de madera, compuestas simplemente de un aro sostenido por tres pies. Este aparato se coloca en el lugar más fresco de la casa, como por ejemplo, en el sótano ó en el vertedero: se echa en el barreño el agua que debe filtrarse, y se pone debajo un vaso de estaño, de vidrio, de vidriado ó de barro para recoger el agua filtrada á medida que cae. No cayendo el agua sino gota á gota, la operación es siempre lenta, y tanto más larga, cuanto es mejor filtrada. Luego que se advierte que el agua deja de pasar, se debe lavar y hasta frotar con una escobilla la parte interior del barreño. Hay ciertas calidades de agua que á la larga llegan á obstruir todos los poros del barreño y lo hacen impermeable, y en tal caso debe, por precisión, sustituirse con otro.

Si alguno observare que su filtro no depura bastante el agua, podrá lavar y pulverizar carbón de leña, y poner una capa de este polvo dentro del barreño del filtro. Este descubrimiento lo debemos á M. Lwis, quien en 1730, observó que el agua filtrada por entre el cisco del

carbón de leña, no sólo se clarificaba completamente, sino también que el agua más corrompida perdía casi súbitamente su mal olor y su mal gusto.

Filtros de tela de algodón.

Los filtros de tela de algodón, aunque sean los que están menos en uso, son, sin embargo, los más sencillos y los más expeditos. En un lugar fresco de la casa, y sobre un sustentáculo de unos 60 centímetros de alto, se coloca un barreño de una capacidad muy grande, y se llena de agua cenagosa. Se toma después un retal ó tira de tela de algodón que tenga algunos metros de largo, se la moja en el agua y se exprime bien para que el agua salga. Una de sus extremidades se mete en el fondo del agua, se hace pasar la tira sobre un travesaño de madera colocado encima del barreño, haciendo que cuelgue la otra extremidad fuera del barreño hasta uno ó dos decímetros más abajo de su fondo, y debajo de este cabo se pone otro barreño para recoger el agua clarificada. El agua del primer barreño se eleva y vuelve á bajar por las fibras de la tela, obedeciendo á la misma ley que la hace subir por los tubos capilares. Se pueden poner, si se quiere, muchas tiras de tela dentro del mis-

mo barreño, y su producto aumentará en proporción de las que se pongan. Este método se ha seguido también para filtrar grandes cantidades de agua á la vez. Hé aquí lo que trae el *Diario de los Alcaldes* (des Maires) en su número del 21 de Noviembre de 1826:

“En Burdeos, las aguas del río tienen en suspensión una gran cantidad de arcilla pura, y en un estado tal de sutileza, que los mejores depurativos no habían podido nunca clarificarla enteramente, y los filtros que estaban más en boga en la capital habían dado siempre mal resultado. En 1814, un antiguo sochantre de la catedral de aquella ciudad, que posteriormente fué fundidor de cobre, se presentó para resolver este problema; debajo de un sotechado que para esto se construyó, hizo tender muchas telas de algodón, cuya extremidad inferior estaba sumergida en el agua: unos travesaños de madera á la altura de 20 pies sostenían la otra extremidad, cuyo cabo que se doblaba sobre otros travesaños que lo sostenían, vertía el líquido de que estaba empapada la tela en un estado de claridad y pureza muy superior á todo lo que hasta entonces se había obtenido.

“Tal es en toda su sencillez este método ingenioso, cuyos resultados podemos aseverar por

habérsenos encargado por la autoridad superior que asistiésemos á los primeros experimentos. El buen éxito es, sobre todo, indudable, cuando en vez de una arcilla pura; el agua no está impregnada sino de inmundicias ó de partículas de tierras calcáreas. Por lo que no podemos menos de aconsejar y hasta encargar el uso de este aparato que con tanta facilidad puede establecerse en todos los cortijos y á la orilla de todos los arroyos, con cuatro pértigas y unas cuantas varas de una tela que es tan común en nuestros días.

“En todas las depuraciones, el agua pierde siempre, más ó menos, una parte de uno de sus elementos que la hacen apta para las funciones vitales, y es el oxígeno. En este estado es desahrida y de difícil digestión, y se la regenera agitando al aire libre; así, pues, se hace muy mal en tapar con demasiada exactitud las vasijas en que se conservan las aguas filtradas.”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

CAPÍTULO XXVII.

TRABAJOS QUE DEBEN HACERSE PARA PONER
LOS MANANTIALES Á DESCUBIERTO.

Los propietarios que deben hacer excavaciones para poner algún manantial á descubierto, y construcciones para asegurar su conservación, se hallan muchas veces embarazados cuando quieren ejecutar estos trabajos. Hasta los arquitectos, á quienes se encarga ordinariamente su dirección, como tienen muy pocas veces ocasión de ocuparse de esta clase de trabajos, se encuentran alguna que otra vez poco versados en esta parte de su profesión. Sin embargo, por falta de una buena dirección, ciertas tentativas quedan abandonadas, otras enteramente frustradas ó con éxito mediano, y otras no dan sino resultados de poca duración. Habiendo tenido ocasión de hacer gran número de observaciones sobre esta especie de trabajos, aunque no sea yo arquitecto, he creído que debía indicarlás aquí, persuadido de que muchísimos propietarios, y tal vez hasta algunos arquitectos, hallarán preceptos que los ayudarán á poner á descubierto la mayor cantidad posible de agua, á hacer las

excavaciones y construcciones con economía y solidez, á precaver gran multitud de accidentes, y repararlos cuando sobrevengan.

Después que las aguas del mar se hubieron retirado de los continentes, y los manantiales hubieron establecido sus conductos debajo de tierra, todos aquellos que se hallaron á poca profundidad y debajo de una capa de tierra friable, no tardaron en expulsar la poca tierra que los cubría, se abrieron paso, continuaron en manar y manan todavía en la superficie del suelo. Pero aquellos que se hallaron á profundidades considerables, debajo de duras rocas, ó que han sido posteriormente cubiertos de tierras por efecto de los derrumbamientos, de las corrientes de aguas ó por el cultivo, no habiendo podido nunca desprenderse de los obstáculos que se oponían á que saliesen de tierra, se quedaron ocultos, y permanecerían para siempre en este estado si la mano del hombre ó las perturbaciones del suelo no vinieran á ponerlos á descubierto. Los manantiales ocultos se hallan á todo grado de profundidad, desde dos metros hasta centenares de metros, y es muy raro el que se halle algo á menos de dos ó tres metros.

Se ponen los manantiales á descubierto llevándolos fuera de tierra por medio de conduc-

tos, ó haciendo sobre el lugar por donde pasan fuentes, pozos ordinarios ó pozos artesianos. Cada uno de estos cuatro procedimientos tiene reglas particulares, de las que vamos á dar las principales.

Conducción de un manantial fuera de tierra.

Todo manantial que se quiere conducir fuera de tierra debe ser poco profundo, hallarse á un nivel bastante elevado para que pueda bajar al punto que se quiere, y ser suficientemente abundante para las necesidades de las casas que debe proveer de agua.

Los manantiales que se hallan á menos de seis ó siete metros de profundidad son generalmente los únicos que puedan ser conducidos fuera de tierra, atendidos los gastos enormes que ocasionan los que se hallan á mayores profundidades.

Cuando el lugar por donde pasa un manantial es indicado por los pies de dos cuestras que se unen en la superficie del suelo, ó bien el tal manantial pasa por dentro de una quebraja de roca, de la cual no se puede separar, no se debe hacer otra cosa sino abrir sobre la línea del *thalweg* un hoyo redondo en forma de pozo de unos

tres metros de diámetro. Pero cuando el punto en donde se quiere excavar se halla en una llanura y el terreno es desagregado, en tal caso no bastaría este hoyo simple, porque el manantial principal va casi siempre acompañado de manantiales accesorios que marchan á sus lados, á la misma profundidad que él y paralelamente á la línea que éste sigue.

Como ordinariamente tienen todos interés en recoger la mayor cantidad posible de agua, debe entonces hacerse al través del valle una zanja perpendicular á la corriente de agua, de unos dos metros de ancho y de una extensión suficiente para recoger el mayor número de hilos de agua. Cuando la llanura es muy estrecha, de modo que se pueda abrir la zanja desde una costanera á la otra, si sólo tiene, por ejemplo, unos 10 metros de travesía, debe la zanja comprenderla toda entera, pero sin tocar las tierras sólidas ó rocas de las dos cuestas; por lo que no se quitará sino el terreno de transporte, al fondo del cual se halla ordinariamente el manantial.

Cuando la llanura es mucho más ancha no conviene, generalmente hablando, dar mayor extensión á la zanja, porque costaría mucho gasto, y cuanto más se aparta uno del manantial principal, menos abundantes son los hilos de

agua. Sin embargo, cuando se trata de abastecer de agua una gran población, y se ve, por la extensión de la hoya que produce el manantial, que no hay en la llanura un manantial suficiente y que las aguas subterráneas corren por ella en forma de cascaditas ó hilitos separados, se debe dar á la zanja una extensión proporcionada á la cantidad de agua que se necesita.

Si alguno se ve obligado á hacer la excavación en un punto en donde el *thalweg* invisible concuerda con el *thalweg* visible, y pasa por éste, una parte del año, una corriente de agua, á fin de impedir que esta corriente de agua venga á estorbar á los trabajadores mientras hacen la excavación y á mezclar más tarde sus aguas á las del manantial, se debe de antemano abrir una zanja de derivación para desviar las aguas de la superficie de las inmediaciones de la excavación que se quiere hacer. Esta zanja de derivación debe tener su punto de partida algunos metros más arriba de la excavación, tener suficiente capacidad para contener toda la corriente de agua en sus más grandes crecidas, pasar á lo menos á dos ó tres metros de distancia de la excavación, y prolongarse bastante por la parte de abajo para que la corriente de agua temporaria nunca pueda volver dentro de la exca-

vación. Si la corriente de agua temporaria tiene un canal, debe hacerse un dique muy sólido en el punto en donde comienza la zanja de derivación y servirse de las tierras que de ésta se han sacado para cegar el primitivo canal.

La excavación debe ser perpendicular á la dirección de la corriente de agua, y al practicarla debe, por lo tanto, hacerse el corte del terreno en línea casi perpendicular. Si las paredes de éste amenzaran algún derrumbamiento, es preciso apuntalarlas con tablas sostenidas por viguetas apoyadas en el lado opuesto, y tener cuidado de colocar las tierras que se sacan á una distancia de más de dos metros de las orillas de la zanja, á fin de que su peso no contribuya á promover derrumbamientos.

No debe uno contentarse con ahondar hasta que se encuentra el agua; porque mientras se ve que los manantiales van al fondo de la zanja de abajo arriba y aun por un curso horizontal, es muy probable que una porción de sus aguas continúe siguiendo por debajo de tierra sus conductos acostumbrados. Así, pues, debe continuarse ahondando hasta que el manantial principal y los veneros de agua que lo acompañan hagan en la zanja una pequeña cascada de dos ó tres centímetros; lo que indica que no queda más abajo ninguna porción del manantial.

Cuando el manantial es copioso y la abundancia del agua impide continuar el ahondamiento, en vez de sacar el agua con cubos ó bombas se abre una zanja que sirve para hacer salir el agua y después para colocar los caños para su conducción.

Concluído ya el ahondamiento de la zanja y descubiertos el manantial principal y los hilitos de agua adyacentes, á fin de atraerlos y reunirlos se hace una pendiente en el fondo para hacer llegar toda el agua á una de las extremidades, ó bien se hacen dos pendientes opuestas para hacerla llegar á cualquier otro punto del fondo de la zanja que méjor pareciere.

Debe hacerse en el fondo de la zanja y en toda su extensión un acueducto con piedras secas y un poco labradas, de 30 á 40 centímetros de ancho, de 40 á 50 centímetros de alto, y cubrirlo con baldosas de piedra, sólidas. El acueducto debe ser de piedras secas, á fin de que los manantiales puedan entrar en él por todas partes con libertad.

Hecho el acueducto, debe cegarse todo el fondo de la zanja desde las baldosas arriba, primero con cascajos hasta el tercio ó la mitad de su profundidad, y después rellenar lo restante con la tierra que se ha sacado. Este empedra-

miento sirve: primero, para recoger los hilitos de agua que pueden hallarse á mayor elevación que el manantial principal y facilitar el que caigan dentro del acueducto; segundo, si con el tiempo llegase á romperse alguna baldosa, ó caerse algún trozo de las paredes del acueducto, los cascajos permitirían que continuase la transmisión de las aguas hasta el primer caño; mientras que si no se rellenaba la zanja sino con tierra, ésta se apilaría más tarde y no dejaría bajar al acueducto los hilitos de agua que se hallasen en la parte superior; y si el acueducto llegaba á hundirse, la tierra caería en este vacío, detendría el agua, no la dejaría llegar hasta el primer caño y la obligaría á tomar otra vez sus conductos primitivos.

Cuando se echan los cascajos y se pone otra vez la tierra en la zanja, debe dejarse en el punto donde llega toda el agua, y donde debe entrar en el acueducto, un pequeño pozo ó atabe que se construye hasta fuera de tierra y se cubre con una baldosa.

Este pozo ó atabe sirve para procurar á el agua el medio de tomar, al partir, el aire que necesita para correr por la cañería; porque, por falta de esta precaución, el agua no llega á la fuente sino por bocanadas, y muchas veces no

llega de ninguna manera. Este pequeño pozo sirve también para echar fuera el agua que no puede entrar en la cañería en tiempo de grandes lluvias.

Aquellos que no tienen necesidad de hacer estos trabajos con una estricta economía, en lugar del acueducto estrecho y bajo del empedramiento que se ha dicho, puede construir de un extremo al otro de la zanja dos paredes de piedra seca y labrada, distantes la una de la otra 80 centímetros, y de dos metros de alto, sobre las cuales se ponen sólidas baldosas, ó bien se construye una bóveda. Con esta galería es fácil reparar sus paredes, y quitar las tierras ó arenas que el manantial puede haber traído allí.

Ni en el fondo de la zanja, ni menos delante del punto de salida de todo manantial, puede ponerse atajo alguno para obligarlo á elevarse sin exponerse á perderlo, porque todas las veces que se embaraza la salida de un manantial, éste es empujado otra vez dentro de su conducto hacia arriba; y si por desgracia encuentra allí una pequeña salida, ó quebraja lateral, la va agrandando poco á poco, y al fin y al cabo se echa allí enteramente; y si después se quita el embarazo, no vuelve el tal manantial. He visto en mis excursiones muchos lugares en donde se

han perdido riquísimos manantiales únicamente por esta imprudencia. Así, es preferible tomar los manantiales al nivel de su salida y conducirlos al lugar á que pueden llegar.

Luego que uno ve que el manantial es suficiente y de buena cualidad, se abre una zanja hacia abajo para colocar el conducto. La zanja y el conducto deben tener en el punto de partida la misma profundidad que el pequeño pozo, disminuir de profundidad á medida que se apartan de dicho punto, y tener una pendiente á lo menos de 30 centímetros por 100 metros. El primer caño que se coloca en el fondo del pozo, debe tener en su extremidad como una calabaza de plomo ó de cobre, provista de muchísimos agujeritos para dejar pasar el agua, é impedir que ningún cuerpo extraño se intraduzca en la cañería.

Cuando ésta ha llegado cerca de la superficie del terreno, se debe, en el trecho que falta andar, conservarla debajo de tierra á unos 60 centímetros de profundidad, porque cuando las cañerías pasan demasiado cerca de la superficie del suelo, el agua en verano se calienta hasta el punto de hacerse á veces impotable, y en invierno se hiela, deja de fluir, y á veces hace reventar los caños.

Por otra parte, cuando las cañerías pasan á una profundidad excesiva, es más dispendiosa su conservación. Para que el agua pueda saltar, debe dársele una corriente forzada en la parte del acueducto que está cerca de la fuente ó del surtidor, y poner en este punto los caños más sólidos.

Así, pues, cuando lo permite la pendiente del terreno, debe arreglarse la del acueducto de manera que la parte en la que el agua es forzada, sea lo más corta que se pueda, á fin de someter á la presión del agua la menor extensión posible, y tener en lo sucesivo menos gastos que hacer para la conservación del acueducto. Debe evitarse cuanto sea posible las vueltas demasiado repentinas, ó á lo menos tomarlas desde lejos para disminuir su aspereza; y cuando el acueducto pasa por un camino, debe evitarse colocar la cañería debajo de los carriles que forman las ruedas, para que éstas no las aplasten.

Los caños que se emplean para la conducción de las aguas, son generalmente de plomo, de hierro colado, de barro ó de madera.

Cualquiera que sea la materia que se emplee para los caños, deben éstos tener un diámetro y un grueso proporcionado á la cantidad de agua que se quiere conducir. Además de lo que

se dirá luego sobre los diferentes modos de juntarlos, todas las junturas debe ser calafateadas con una especie de betún, que se compone del modo siguiente: una mitad de cemento de Pouilly, un cuarto de cal hidráulica y un cuarto de trozos de tejas ó ladrillos bien pulverizados. Este betún se amasa como el yeso, y debe emplearse luego de estar preparado.

Los caños de plomo son los más cómodos, los más sólidos y los más duraderos. Los hay que son vaciados en molde, y otros que son soldados; y se da á unos y á otros lo largo y lo grueso que se quiere, pudiendo subir, bajar y doblarse sin que por esto se echen á perder. Cuando tienen un espesor regular duran unos trescientos años. Es verdad que son los que más cuestan al comprarlos; pero también cuestan menos de conservar, y después que están oxidados valen todavía casi la mitad de lo que costaron de compra.

La longitud ordinaria de los caños de hierro colado es de unos dos metros, y á veces son mucho más largos. Los unos tienen el diámetro más ancho en un extremo y más estrecho en el otro, y el uno se encaja dentro del otro como un decímetro. Otros tienen el mismo diámetro en los dos extremos, se ajusta el extremo del uno

al extremo del otro, y su juntura se cubre con una especie de manguito ó anillo. Otros, en fin, tienen bordes labrados, se unen extremo con extremo por medio de tornillos y tuercas, y se ponen entre los bordes trozos redondos de cuero ó de fieltro. Estos duran por término medio unos cien años.

Los caños de barro son los que menos alteran la pureza de las aguas, tienen de largo de dos á cuatro pies, y su duración es en extremo variable. Los hay que son hechos en forma de cono truncado, y el extremo delgado del uno entra en el extremo grueso del otro: los hay también que tienen un extremo más ancho y otro más estrecho, y se encajan el uno dentro del otro como un decímetro.

Los caños de madera se componen de rodillos de unos dos metros de largo, y horadados en su eje del uno al otro cabo. Se horadan con largos taladros de hierro de diferentes formas y gruesos, pasándose del uno al otro por orden del grosor. Estos caños se unen, ya aumentando la abertura del uno y adelgazando lo necesario la extremidad del otro para que pueda encajarse, ó bien acercando los dos extremos y uniéndolos con un anillo de hierro, ancho como de un decímetro, y de unos tres á cuatro milí-

metros de grueso. Este anillo tiene los bordes afilados, su diámetro es un poco más grande que el diámetro interior de los dos caños que une, y se le hace entrar forzadamente la mitad en cada caño. Los caños de madera son los que cuestan menos de poner, pero cuestan más de conservar, pues se hienden ó se pudren en pocos años, en especial cuando se los deja algún tiempo sin agua, siendo al mismo tiempo los que más alteran la bondad de las aguas.

Algunos han querido probar los caños de zinc; pero tan rápida ha sido su oxidación, que en pocos años se han hecho inservibles.

Para limpiar un conducto cuya pendiente es continua, se quita el caño más bajo que es al mismo tiempo el que está más cerca del surtidor, y con un tapón de madera envuelto de estopa se cierra el caño de más arriba que ha quedado en su lugar, se espera que el conducto se llene de agua en toda su extensión hasta que se eleve á cierta altura en el pozo que se halla á la boca del manantial, entonces se quita el tapón, y el agua bajando con ímpetu, arrastra todo lo que puede hallarse dentro de los caños. Si el conducto atraviesa un valle con pendiente y contrapendiente, se cierran primero todas las llaves y surtidores que alimenta, se espera

que todo el conducto se llene de agua, y en seguida se quita el tapón que cierra una abertura que hay en la parte lateral de un caño colocado en el punto más bajo del valle; ó bien, si no hay este caño expreso para limpiar, se quita el que se halla en el *thalweg* del valle; y el agua, bajando de los dos lados hacia esta abertura, arroja fuera del conducto todo el fango que en él se halla. Los conductos deben limpiarse á lo menos una vez al año.

Toda construcción que echa fuera el agua conducida por una cañería se llama fuente artificial. Estas especies de fuentes no tienen formas ni dimensiones determinadas. Cada cual construye y adorna la suya como bien le parece. Sin embargo, creo deber añadir, para aquellos que no tienen otra agua á la mano que la del manantial que se ha conducido cerca de sus casas, que es muy importante hacer alrededor ó al lado de la fuente un abrevadero para los ganados; inmediatamente más abajo del abrevadero un lavadero, y más abajo de éste una gran balsa para servirse de su agua en caso de incendio; y, en fin, el agua que sale de la balsa podrá emplearse para regar los huertos ó los prados. Los abrevaderos y los lavaderos deben empedrarse con baldosas en su fondo, y ponerlas también

muy aseguradas en sus costados, cerrando bien sus juntas con cemento.

Las fuentes.

Sólo las ciudades, las poblaciones ó los ricos particulares pueden ordinariamente hacer el gasto de un acueducto para conducir un manantial junto á sus casas. Casi todas las poblaciones rurales se proveen de agua de manantial en las fuentes que se han abierto y construído en el lugar en que el manantial nace, ó bien beben agua de pozo. Todas las veces que, por cualquier motivo que fuere, no se puede conducir un manantial de un punto distante, y cerca de la casa hay uno que sale de tierra naturalmente, ó se descubre uno á poca profundidad, en tal caso se hace una fuente en el mismo punto del manantial. Esta fuente consiste en una alberca hecha de mazonería, que tiene en depósito cierta cantidad de agua producida por el manantial. Al abrir esta alberca, debe ahondársele más abajo del nivel del manantial, no sólo porque podría dejarse una parte del manantial más abajo del fondo, sino porque es siempre bueno tener en depósito una cantidad de agua considerable. Siendo las fuentes poco profundas, casi siempre se les da la forma cuadrada,

BIBLIOTECA DE LEON

APR 10 1902

APDO. 362

sin que haya temor de que se vengán abajo las paredes, y se les da dimensiones proporcionadas á la cantidad de agua que se quiere que contengan.

Las paredes deben ser de piedra seca hasta el nivel del suelo, porque si se pusiese argamasa, no dejaría llegar el agua á la alberca; estas paredes deben continuarse hasta cinco ó seis pies fuera de tierra, y esta última parte debe construirse con argamasa. Esta fuente se cubre con una bóveda ó con baldosas, y se pone una puerta en uno de sus costados. Al construir las fuentes debe evitarse el poner la puerta á la parte del Sur, porque he visto muchísimas que no contenían sino aguas tibias y repugnantes á pesar de recoger manantiales excelentes, por el solo motivo de que todos los días de calor estaban expuestas á los ardores del sol.

Si después de algunos años que se ha concluido la construcción de la fuente, se ve que no da bastante agua, y se conoce que algunos hilos de agua pasan por uno de los lados, se los conduce á la fuente, abriendo desde ésta hasta encontrar los hilos una zanja suficientemente profunda, inclinada hacia la fuente y perpendicular á la corriente de agua. El fondo de esta zanja se llena de cascajo hasta la altura de dos ó

tres pies, y se acaba de cegarla con la tierra que se ha sacado. Si esta primera zanja es insuficiente, y se conoce que en el lado opuesto hay todavía otros hilos de agua, se abre allí otra zanja, y se la ciega como la precedente.

Los pozos.

Un pozo es un hoyo profundo, hecho por manos de hombre con paredes de mazonería, y destinado á abastecer de agua. La mayor parte de los habitantes de Francia no tienen otras aguas para beber que las de los pozos.

Siempre que un manantial no puede ser conducido cerca de las casas, porque no se halle bastante elevado, porque está muy profundo, es poco abundante ó demasiado distante, porque se halla en un terreno excesivamente llano, ó los propietarios no tienen medios para costear los gastos que ocasionaría un acueducto, en tales casos se hace un pozo en el lugar mismo del manantial que se conoce estar más cerca, que es el más abundante y menos profundo.

Un manantial que sería muy escaso para mantener una fuente de chorro, si se lo recoge dentro de un pozo como en un depósito, puede proveer á todas las necesidades de muchas casas, porque el agua se acumula allí continuamente,

y el acto de sacarla dista mucho de ser continuo.

El centro del pozo que se quiere hacer debe ser sobre la línea que el manantial sigue debajo de tierra.

Los pozos que ordinariamente se hacen tienen un diámetro de tres metros á tres y medio. Cuando se llega á algunos metros de profundidad, se coloca á nivel de tierra un entablado sobre el cual se levanta un torno con cuerda y cubeta que sean sólidas.

Cuando la excavación ha llegado debajo de la tierra friable y se halla la roca, es preciso escombrarla bien desde luego, y si la tal roca es de aquellas de que he hablado, que dejan bajar el agua á profundidades extraordinarias, se debe abandonar decididamente la empresa. Si la roca es de aquellas que por razón de su calidad y disposición indican agua, debe examinarse de qué manera se presenta, y asegurarse si sus hiladas están inclinadas ó de un modo horizontal. Si las hiladas de la roca están inclinadas, y la línea de intersección de las dos estratificaciones pasa por el medio de la excavación, se continúa ésta hasta la profundidad del manantial. Si se ve que esta línea no pasa por el centro de la excavación, debe ésta ensancharse, hasta que

aquella se halle en el centro, porque esta línea es el verdadero *thalweg* del valle, y debajo del *thalweg* pasa siempre el manantial.

Cuando la excavación ha llegado á la roca, si se ve que ha caído sobre uno de los dos planos inclinados que forman la base de uno de los dos ribazos, se debe practicar una pequeña galería que se dirija hacia la parte de abajo de este plano, para saber á qué distancia está la base del ribazo opuesto. Si la base del ribazo opuesto no está sino á uno ó dos metros de la excavación que se hace, debe ésta ensancharse lo bastante para que la línea de intersección se halle en su centro y continuar el ahondamiento, conservando la excavación tanto sobre la base de una roca como sobre la de la otra. Si la base del lado opuesto se halla distante de la excavación más de dos metros, es preciso hacer otra excavación y colocarla de manera que se apoye tanto sobre la base del uno como sobre la base del otro ribazo. Así, pues, cuando se ha llegado á la roca, se puede ver con mucha más claridad si la indicación que se ha hecho sobre el terreno de transporte está sobre el verdadero *thalweg* ó no; y cuando esta indicación se halla equivocada, se ve cómo debe rectificarse, para no errar, el manantial.

Cuando la excavación que se hace cae sobre una roca que tiene la superficie y las hiladas horizontales, se continúa la excavación en el lugar en que se halla, porque no hay motivo de creer que el manantial pueda pasar por el lado.

Si en la roca se halla una quebraja vertical cuya dirección sea la misma que la del valle, se debe continuar la excavación, procurando seguir esta quebraja y tenerla siempre en el centro de la misma excavación, aunque se debiese ensanchar ó hacer otra nueva.

Cuando se excava en terrenos primitivos, en los que las rocas no tienen estratificación regular, si el *thalweg* está bien caracterizado, basta colocar el centro de la excavación sobre su línea, sin pararse en las diferentes direcciones que pueden presentar las hendeduras de las rocas; porque, si se ven hendeduras que conducen el agua fuera de la excavación, más abajo se hallarán probablemente otras que la conducirán otra vez dentro de ella.

Cualquiera que sea la excavación, cuando no pueden sacarse las rocas con instrumentos, se las hace estallar con pólvora, no habiendo temor alguno de que se comprometa por esto el manantial.

Cuando se haya encontrado el manantial, no

por esto debe uno pararse, sino continuar excavando más abajo de éste como uno ó dos metros, y aun más si es grande la necesidad que se tiene del agua y el manantial es pequeño, á fin de que, si el agua volviese á tomar su conducto primitivo, quedase siempre en depósito una cantidad regular en el fondo del pozo. He visto muchos pozos cuyo fondo atravesaban manantiales de alguna consideración, y de los cuales no podían aprovecharse sus dueños porque aquéllos llegaban por un lado y se salían por el otro, siguiendo su conducto primitivo, sin elevarse jamás ni siquiera á un decímetro.

En un pozo cualquiera cuya excavación no se extiende más abajo del manantial, hay otro inconveniente, y es que una parte del manantial puede pasar más abajo de su fondo. ¡Cuántos pozos son insuficientes, únicamente porque los minadores se detuvieron en el instante mismo de presentarse el primer manantial, los cuales serían sobreabundantes si se les hubiese ahondado un metro más!

Si el terreno es desagregado y amenaza venirse abajo, se apuntalan con zarzos las paredes del pozo que se abre. Estos zarzos se forman poniendo verticalmente alrededor del pozo y arrimadas á sus paredes unas pértigas, distan-

tes un tercio de metro la una de la otra. Después se entrelazan varas largas, fuertes y flexibles, que se ponen de una en una, yendo de arriba abajo, y se hacen pasar alternativamente por detrás y por delante de cada pértiga.¹

Debe darse á los pozos que se hacen la forma redonda, porque ésta es la más sólida: deben tener á lo menos un metro de diámetro en su inferior, y más si se quiere; deben labrarse las piedras un poco arqueadas, y formar con ellas paredes secas. Las paredes de los pozos que son cuadrados, como no se apoyan sino en los ángulos, pueden ceder fácilmente á la presión del terreno y hundirse. La argamasa ó cemento que se pusiera entre las piedras ó los ladrillos que se emplean en la construcción de los pozos, no dejaría llegar á ellos el agua, y la poca que pudiera entrar tendría mal gusto durante algún tiempo.

1 Con motivo de haber descuidado tomar esta precaución, han perecido en la excavación de pozos un número grandísimo de trabajadores en todos tiempos y de todos países, y otros han sido enterrados vivos en ellos durante muchos días. Aun cuando no suceden estos graves accidentes todas las veces que el pozo se excava, vuelve á rellenarse á causa de los hundimientos: para abrirlo de nuevo se ve uno obligado á darle un diámetro enorme y triplicar ó cuadruplicar los primeros gastos de excavación. ¡Cuántos propietarios hay que, desalentados por los dispendios que tendrían que hacer para reparar esta falta, renuncian las ventajas incalculables que hallarían si poseyeran un mantial!

Por el contrario, es bueno empezar á poner argamasa en las paredes cuando llegan á un metro de la superficie del suelo, como también en el brocal ó paredes exteriores, que deben tener como un metro de alto.

Máquinas para sacar el agua de los pozos.

Los medios que están más en uso para sacar el agua de los pozos, son: la bomba, la báscula, el torno y la garrucha.

De estas cuatro máquinas, la mejor es la bomba, porque es la más fácil de maniobrar, y la que en un tiempo dado puede sacar más agua; pero tiene los inconvenientes de ser la más cara y de descomponerse á menudo con el simple uso, por sólida que sea su construcción.

Después de la bomba, la máquina que se construye con poco gasto, y con la cual se saca de los pozos más agua con menos tiempo y trabajo, es la báscula. Esta consiste en un poste ahorquillado, que se planta cerca del pozo, y en un balancín compuesto de un simple tronco de árbol, cuya longitud es proporcionada á la profundidad del pozo. Este balancín está puesto en equilibrio en la horquilla del poste, y está sostenido allí por un perno de hierro, sobre el cual hace el balancín el movimiento de alzar ó bajar que se quiere. A la punta de este tronco se ata

el cabo de una cuerda, cuya longitud es igual á la profundidad del pozo, y al otro cabo de la cuerda se ata un cubo. Todas las veces que se quiere hacer bajar el cubo dentro del pozo para que se llene, se tira la cuerda para hacer bajar la punta del tronco; y cuando el cubo está lleno, el balancín, cargado como corresponde en su grueso extremo, lo eleva por sí solo hasta la altura del brocal. En vez de cuerda ponen algunos una cadena de hierro que dura mucho más, y otros una simple pértiga que tiene en cada extremo una especie de mango hueco de hierro para encajarla, con su correspondiente anilla del mismo metal. Es sensible que la báscula no pueda aplicarse sino á los pozos que tienen menos de siete ú ocho metros de profundidad.

El que quiera poner un torno para sacar el agua de su pozo, debe elevar la construcción de éste á seis pies sobre la superficie del terreno, dejar en la parte de delante una abertura en forma de ventana, y cubrirlo. El torno ó cabria es un gran cilindro de madera en forma de rodillo, y largo como el diámetro del pozo; lleva en cada extremo un gorrón de hierro que se introduce en la pared, y en uno de sus cabos cuatro clavijas largas ó sean palancas, que sirven

para hacerlo rodar. Este cilindro se coloca horizontalmente á la altura de los hombros del que saca el agua.

En vez de levantar la construcción del pozo hasta dos metros de alto, hay algunos que la terminan con un brocal ordinario, sobre el cual colocan dos sustentáculos de madera, uno en cada lado, asegurados cada uno de ellos con dos piernas clavadas en el brocal: estos sustentáculos están horados en la parte superior para que entren los gorriones, y están sujetos por un travesaño colocado encima del torno y sólidamente clavado en los sustentáculos. Otros hacen los sustentáculos de hierro, con el pie ahorquillado y asegurado con plomo en el brocal. En vez de clavijas para hacer rodar el cilindro, se pone muchas veces un manubrio de hierro, cuya espiga pasa por el centro del cilindro, sirve de gorrón y su codo rueda fuera de la pared ó del sustentáculo. En ambos sistemas se ata á una clavija el cabo de una cuerda tan larga como profundo es el pozo, y al otro cabo se ata el cubo. Cuando se sube el cubo de dentro del pozo, la cuerda se enrolla en el cilindro y se desenrolla cuando se baja. En lugar de cuerda se pone las más de las veces una cadena de hierro que dura mucho más tiempo.

La garrucha es un cuerpo redondo y plano que da vueltas sobre un eje que se llama perno, y tiene en la circunferencia exterior una moldura cóncava para contener la cuerda. La pieza dentro de la cual da vueltas se llama chapa. La garrucha y la chapa son de hierro ó de madera. La garrucha debe ponerse en el centro del pozo y á la altura de la cabeza de aquel que saca el agua. Aunque para subir el cubo deba éste emplear una fuerza igual al peso de este vaso, sin embargo, esta fuerza se aplica con tanta ventaja, que el peso de su cuerpo ayuda y favorece el movimiento de sus brazos.

En los tornos ó garruchas cuya chapa da vueltas, se ponen á veces dos cubos, el uno de los cuales sube lleno y el otro baja vacío. Este método tiene la ventaja de ahorrar la mitad del tiempo y una parte de la fuerza de tracción.

El torno y la garrucha tienen la ventaja de poder aplicarse á toda especie de pozos, cualquiera que sea su profundidad.

En muchísimas poblaciones se hallan también pozos comunes en los que no hay ninguna especie de máquina para sacar el agua, y cuyos habitantes no han sabido jamás ó no han querido entenderse para poner una. Cada uno va al pozo llevando su cubo, su cuerda ó su per-

cha con un gancho, y en el momento que ha hecho su provisión de agua, se lo lleva todo á su casa. Los unos sacan el agua haciendo frotar la cuerda en el brocal del pozo, resultando de ello más fatiga para el hombre y el gastarse más pronto el cubo, la cuerda y hasta el brocal; otros para sacar el agua se ponen en pie sobre el brocal, exponiéndose á resbalar dentro del pozo ó á ser precipitados á él por el peso del cubo. Este estado de cosas es digno de los bárbaros ó de los primeros hombres que habitaron la tierra.

Un pozo construído con solidez puede durar muchos siglos. He visto algunos cerca de Aix, en Provenza, que fueron construídos por los romanos, y que se hallan todavía en un estado perfecto de conservación. Los pozos deben permanecer continuamente abiertos, y cuanto más agua se saca de ellos, tanto mejor es ésta, porque el sacarla equivale á un desagüe. Los que los cubren con una cúpula y ponen una puerta en la parte anterior, deben dejar una abertura arriba, á fin de que los vapores insalubres puedan elevarse libremente. Los pozos deben limpiarse á lo menos una vez al año, y cuando se descuida esta operación, sus aguas se vuelven á veces desagradables al gusto y alguna vez malas.

Cuando se hace un pozo para poner una noria ó rueda con canjilones, debe hacerse la excavación y construcción como en los pozos ordinarios, con la diferencia de que su forma, en vez de ser redonda, debe ser oval; y después que está construído, su grande diámetro debe tener á lo menos dos metros, y el pequeño un metro y medio en su interior. Los pozos con noria, que no son muy conocidos¹ sino en el Langüedoc y en Provenza, en donde se sirven de ellos para regar vastos huertos y hasta prados, deberían estar en uso en todos los países que necesitan regarse y que no tienen para ello corrientes de aguas.

*Avisos generales concernientes á las fuentes
y á los pozos.*

Cuando se escoge el sitio de una zanja, de una fuente ó de un pozo, cuya agua debe servir para el consumo de las casas, debe ponerse mucho cuidado en que el manantial que ha de alimentarlos no haya pasado por debajo de un cementerio, de un estercolero, de una caballeriza, de un establo, de una letrina, de un albañal, de una charca, de un pantano, de un terreno gip-

¹ En Francia.—Nota del traductor.

roso, turboso, limoso, etc.; debe también tenerse cuidado en no abrir la zanja ó el pozo demasiado cerca de esos lugares malsanos, porque hay terrenos tan permeables que las aguas malas que ellos contienen van á infectar por los lados los manantiales que pasan á una distancia de más de diez metros. ¡Cuántas ciudades y villas he visto yo que tenían en la parte baja un manantial muy abundante, y sus aguas no eran impotables sino porque pasaban por debajo de las casas!

Si la zanja ó el pozo están expuestos á recibir aguas insalubres y superficiales que no corren sino en determinadas épocas ó momentos, al hacerse la excavación se hace una pequeña zanja de derivación que parte del *thalweg* de arriba, pasa á dos ó tres metros de la zanja ó del pozo, y vuelve al *thalweg* de abajo; ó bien se hacen dos pequeñas zanjás que parten del *thalweg* de arriba, pasan á la misma distancia y vuelven á reunirse en el *thalweg* de abajo. Puede también preservarse un pozo de las aguas malas haciendo alrededor de él una zanja circular de dos ó tres pies de ancho y otros tantos de profundidad, y llenando esta zanja con una especie de macizo que se continúa alrededor del brocal hasta una altura conveniente. Este macizo se hace

con arcilla que se echa en capas espesas de dos á tres decímetros, y que se debe mojar, amasar y apisonar.

Los que tienen que hacer la excavación en las rocas pueden hacer sus trabajos en cualquiera estación; pero los que deben verificarla en terrenos desagregados no es conveniente que los hagan sino desde el mes de Abril al mes de Octubre, porque el que los hiciese en invierno se expondría á que se hundiese el terreno, lo que es ordinariamente muy peligroso para los trabajadores y muy costoso de reparar. A más de esto podrían hallarse falsas corrientes de agua que no manan sino en esta estación y nada producen en verano.

Una vez terminada la excavación de una zanja, el que vea claramente que su manantíal es suficiente, debe hacer á toda prisa todos los trabajos necesarios para llevar el agua hasta la superficie del suelo; y el que acaba de hacer un pozo debe en el mismo caso hacer las obras de construcción sin demora, porque, si se deja por algún tiempo una excavación abierta sin ningún sostén, está uno expuesto á que todo se venga abajo.

DE BIBLIOTECAS

Los pozos artesianos.

Los pozos artesianos, que durante muchos siglos no han sido muy conocidos sino en algunos cantones del Artois, de donde les viene su nombre, han sido, desde 1816, ensayados sucesivamente en alguno de nuestros departamentos, en muchos Estados de Europa y hasta en otras partes del mundo. La forma de estos pozos, su profundidad y el modo de dar el agua, nada tienen de común con lo que se ve en los pozos ordinarios.

Un pozo artesiano es un simple agujero redondo hecho dentro de la tierra con un barreno; su diámetro ordinario es de un decímetro á decímetro y medio, y su profundidad es de treinta metros á tres ó cuatrocientos, y algunas veces más. Cuando el barreno ha llegado á la profundidad de la corriente de agua subterránea, entonces se le saca, el agua sube por aquella abertura, y continúa manando, unas veces más arriba del suelo, otras veces al nivel de su superficie y otras se queda más abajo. Los que no han visto este barreno y quieran conocer todas sus partes, como también el modo de servirse de él, pueden consultar el manual intitulado: *De l'art du fontainier-sondeur* (Del arte del fon-

tanero sondador), por M. Garnier, ingeniero en jefe en el cuerpo real de minas, un tomo en 4º, y el *Guide du sondeur* (Guía del sondador, por M. Degousée, ingeniero y empresario de sondajes, dos tomos en 8º

Para que una corriente de agua subterránea pueda subir por el agujero que ha hecho el barrenado, es necesario: 1º, que la superficie del terreno que absorbe las aguas pluviales y alimenta la corriente de agua, esté más elevada que el punto en que se hace la perforación; 2º, que la capa de tierra por la cual pasa la corriente tenga la inclinación ordinaria de las otras corrientes de agua y sea eminentemente permeable, como lo son las capas de arena, de casquijo, de morrillos, las rocas de contextura floja y las que están resquebrajadas en todas direcciones; 3º, que esta capa permeable se halle como envuelta en toda su extensión de capas impermeables colocadas encima de ella, debajo y á los lados, y 4º, que el agua tenga salida en la parte baja de esta capa, ó que, si la tiene, sea insuficiente, ó bien que no pueda pasar por ella sino con dificultad.

El agua pluvial, que cae sobre la superficie de la capa permeable, baja por ella como por un vasto conducto inclinado, llena todos sus in-

tersticios y sigue todas sus direcciones. El barrenos artesiano, al taladrar las capas impermeables y llegando hasta el agua contenida en la capa permeable, no hace más que abrirle una salida por la cual ella sube todas las veces que la superficie de la columna de agua, que baja dentro del terreno permeable, se halla á un nivel más elevado que el orificio del agujero que la sonda ha hecho; entonces el agua sale de tierra y se eleva tanto más alto cuanto más elevada es aquella superficie.

Esta agua se eleva dentro del agujero que ha hecho el barrenos, en virtud de la tendencia que tienen los líquidos á ponerse en equilibrio dentro de los vasos que comunican entre sí, y hace lo mismo que aquella que se hace pasar por dentro de un encañado, la que, después de una bajada continua y muy prolongada, vuelve á elevarse hacia el punto de su salida.

Un pozo artesiano que produzca gran cantidad de agua en forma de chorro y que sea de buena calidad, es lo mejor que se pueda desear tocante á manantiales, y cuando abastece de agua á una gran ciudad su valor es inestimable.

Al paso que estoy bien persuadido de las ventajas sin número y de las comodidades de toda clase que proporcionan estos pozos admirables,

no por esto haré como ciertos autores, que para alentar á todo el mundo á que los hagan, citan con la mayor exactitud todos aquellos que han tenido buen éxito, pero no hacen mención alguna de los que no han salido bien, ni de los gastos inmensos que unos y otros han ocasionado.

No queriendo, pues, alentar ni desalentar á nadie, creo un deber mío decir, que los inconvenientes de estos pozos son: 1º, tener muy pocas veces un buen éxito; 2º, ser muy costosos, porque hay muy pocas villas ó particulares que puedan aventurar 100 ó 200,000 francos para un pozo semejante; 3º, no salir bien sino en ciertos sitios que son por lo general muy raros y muy reducidos; y 4º. la ignorancia que se tiene de la profundidad á que deberá llegarse para obtener el chorro de agua,¹ y, por consiguiente, de los gastos á que uno en cierto modo se com-

1 Todas las veces que se ha emprendido la perforación de un pozo artesiano, si cien pronosticadores han ido á decidir cuál sería la profundidad del agua, cien predicciones ha habido, todas diferentes; y una sola de ellas se ha hallado ser poco más ó menos exacta, lo que casi no podía dejar de suceder.

Al momento se ha puesto el autor de ella á proclamar en alta voz la exactitud de sus previsiones, y los otros noventa y nueve han guardado silencio. Pero ¿podría acaso citarse uno que haya obtenido este feliz éxito tres ó cuatro veces consecutivas? Así es que los más instruidos, al par que más prudentes, han reconocido francamente su impotencia, y se han abstenido de toda especie de decisión en este punto.

promete, pudiendo el más pobre hallarse expuesto á emplear muchos centenares de miles de francos lo mismo que el más rico.

Así, pues, nadie debe extrañar, que á pesar de todo lo que ha hecho el Gobierno para excitar á los vecinos á emprender la perforación de estos pozos, haya todavía más de las dos terceras partes de los departamentos en que no se ha intentado hacer un solo pozo artesiano, ni tampoco que el número de estas empresas haya ido siempre en disminución; de manera, que ni los ricos particulares ni aun las grandes ciudades, casi ninguno han hecho de algunos años á esta parte. Me limito aquí á referir los hechos que he visto, dejando á cada uno que saque las consecuencias que bien le parezcan.

En los cuarenta departamentos que he recorrido en todas direcciones, he encontrado diez y nueve sitios, en cada uno de los cuales se había perforado un pozo artesiano hasta la profundidad de 40 á 150 metros. En *Elbeuf* he visto uno que acababan de terminar y que había salido perfectamente bien; otro he visto en el matadero de *Grenelle*, en Paris, que tiene 548 metros de profundidad, y ha costado 403,000 francos. En la plaza de San Severo de Ruan, en la de San Ferreol de Marsella, y en *Béchevelle*, en Me-

doc, he visto otros tres pozos artesianos que habían costado cada uno de ellos de 15,000 á 40,000 francos, y daba cada uno un chorrito de agua que manaba á la altura de dos ó tres pies sobre la superficie del suelo por medio de un grifón más pequeño que el dedo meñique. En los otros catorce sitios, que no quiero designar por no perjudicar á la reputación de los que han aconsejado ó emprendido estos pozos, todos tuvieron completamente mal éxito, después de haber gastado de 20,000 á 150,000 francos.

Examinando los catorce pozos artesianos que no tuvieron buen éxito, observé que todos los habían situado á la aventura, y que al escoger el sitio en que estaban, no habían tenido absolutamente otro norte que la comodidad, porque todos estaban situados en el punto culminante de la población. y en la posición más cómoda que fué posible.

Si antes de empezar la perforación llamaron á algunos geólogos para que les hiciesen conocer la naturaleza del terreno de los alrededores, ninguno de ellos se fijó ni en su configuración, ni en la inclinación de las capas interiores, que son, sin embargo, las dos principales y más seguras indicaciones que puede haber para buscar manantiales en cualquier punto que sea.

Cinco veces he sido llamado á varias ciudades para decidir si un punto dado, que era siempre el más elevado de la ciudad, debía probablemente tener ó no buen éxito un pozo artesiano; y todas las veces, después de haber hecho los estudios del terreno, me he visto obligado á decidirme por la negativa.

Siento vivamente no haber podido hallar ocasión de indicar cierto número de pozos artesianos con arreglo á mi teoría, y dar cuenta aquí de sus resultados. Yo creo, con toda sinceridad, que estos pozos, así indicados, habrían tenido buen éxito casi en la misma proporción que los millares de excavaciones que he aconsejado hacer.

Por lo tanto, no hay más que leer el capítulo XVI, en el que están señalados todos los puntos que deben escorgerse para hacer las excavaciones ordinarias, y tomar los mismos puntos para hacer en ellos el agujero con el barreno. Hay, sin embargo, una diferencia, que debe tenerse presente, y es que para abastecer de agua suficiente un pozo ó una fuente ordinaria, es bastante un manantial pequeño, y este manantial pequeño puede formarse en una hoya de algunas hectáreas de extensión; en vez de que para un pozo artesiano, que no debe hacer-

se jamás sino sobre un manantial abundante, se necesita una hoya á lo menos de dos á tres leguas de largo y una legua de ancho. Así, pues, haré el resumen de todo esto, diciendo, que *el agujero que se hace con barreno, debe practicarse siempre en un valle ó grande cañada, y sobre la línea del thalweg subterráneo*. Fuera de esta línea no pueden encontrarse sino corrientes de agua desviadas, de las que hemos hablado, que corren por debaja de las colinas, y no dan en el exterior señal alguna de su presencia. El que espere encontrar corrientes de agua fuera de los *thalwegs*, es lo mismo que si contase con la excepción y no con la regla.

Los terrenos que he designado como desfavorables al descubrimiento de los manantiales ordinarios, lo son también con respecto á los pozos artesianos: por ejemplo, en los calizos cavernosos, por más que se encontrase el arroyo subterráneo que corre por dentro de una gruta, y se hundiese el barreno dentro de sus aguas, éstas no dejarían la corriente libre que siguen dentro de la caverna para saltar á la bóveda, tomar el agujero del barreno y salir con ímpetu fuera de tierra.

CAPÍTULO XXVIII.

MANANTIALES CUYA APARICIÓN ES TARDÍA, Y CASOS EN QUE LAS INDICACIONES NO TIENEN BUEN ÉXITO.

La mayor parte de las indicaciones que se han hecho con arreglo á mi teoría, no han dejado duda alguna acerca de su entero buen éxito desde el momento que se han hecho las excavaciones; sin embargo, ha habido de tarde en tarde algunos pozos ó zanjás que, al acabarse de abrir sobre manantiales pequeños, no presentaban un resultado satisfactorio, pero que algunos meses después han puesto á descubierto el manantial deseado.

Es una observación constante, que cuando un manantial aparece en una nueva excavación, no se manifiesta al principio sino una parte de él; y que cualquiera que hace excavaciones en tiempo de sequedad, no halla ordinariamente sino poca agua, y á veces ni poca ni mucha. Sólo las lluvias continuadas y abundantes del invierno pueden abrir y ensanchar los canales de los manantiales ó veneros de agua que pasan junto á las nuevas excavaciones; y cuando una vez se

les han abierto los pasos, ellos continúan confluendo allí, y su volumen va siempre aumentando durante cuatro ó cinco años

Así, pues, ya que no se puede conocer el verdadero resultado de una nueva excavación sino después que se ha pasado un invierno, aquel que al principio no está satisfecho de ella, debe dejarla en el estado en que se halla hasta el verano siguiente, teniendo cuidado de apuntalar las paredes si hubiese algún peligro de hundimiento. Si el verano siguiente hubiese algunos hilos de agua permanentes, podrá contarse con el feliz éxito, y deberán hacerse las obras de construcción prescritas en el capítulo precedente. Si no los hubiese, será conducente profundizar un poco más la excavación, porque la apreciación de la profundidad puede alguna vez hallarse equivocada, como se verá luego. Si después de este aumento de profundidad y las lluvias de un nuevo invierno no cayese ni poca ni mucha agua dentro de la excavación, entonces será evidente que se cometió uno de estos errores que es imposible evitar en todas las operaciones.

Para asegurarse si la primera agua que llega á una nueva excavación es agua pluvial ó agua de manantial, se hace el experimento siguiente:

en un día de verano, y después de muchas semanas en que no ha llovido, se saca toda el agua que hay en la excavación. Si al día siguiente á la misma hora no se halla ni una gota de agua, es una prueba que la que se sacó el día anterior, no era sino agua que se había recogido allí la última vez que había llovido. Si al día siguiente á la misma hora se halla una cierta cantidad de agua, se la quita enteramente; al otro día se hace lo mismo; y si durante mucho días consecutivos se halla cierta cantidad, esta agua es evidentemente el producto diario del manantial, ya sea que llegue por una ó por muchas aberturas, ya sea que, dispersada por el terreno, llegue por una infinidad de pequeños veneros.

Muchas veces este producto es escaso al principio; alguna vez hasta llega á cesar en lo fuerte de la primera sequedad; sin embargo, cuando una vez se le ha visto durar muchas semanas, dentro de pocos años se hace ordinariamente indefectible y se aumenta considerablemente.

Casos en que las indicaciones no tienen buen suceso.

He dicho ahora mismo que es imposible dejar de cometer algún error en la indicación de los manantiales. En efecto, los datos geológicos,

ciertos en general y en la mayor parte de los casos, se hallan siempre en la categoría de esas fuertes probabilidades que no pueden incluirse en el número de las verdades demostradas y exentas de toda excepción.

Después del examen más escrupuloso de la superficie del terreno, el más hábil geólogo no puede siempre y en todas partes conocer exactamente cuál es su constitución y su disposición en el interior; porque, debajo de un terreno cuya superficie es muy regular, existen á veces desórdenes y accidentes que no presentan el menor indicio en el exterior.

El desorden del terreno introduce necesariamente el desorden en la corriente de los manantiales que encierra; y todo desorden en la corriente de los manantiales, que no puede ser previsto, es causa ordinariamente de que las indicaciones no tengan buen éxito.

Hé aquí las principales causas de los errores que pueden cometerse en la indicación de los manantiales, y que no se manifiestan por ninguna señal exterior:

1º A veces se halla un banco de roca ó de tierra impermeable puesto á través del *thalweg* subterráneo, y obliga al manantial á que se salga de él para dar la vuelta á este obstáculo; ó

bien el manantial se divide en dos brazos, dejando entre ellos un islote; en tales casos, si uno abre la excavación un poco más abajo de este sesgo, y antes que el manantial haya entrado otra vez en el *thalweg*, no lo puede encontrar.

2º Cuando en el *thalweg* de la roca impermeable, que lleva la corriente de agua subterránea, hay una quebraja que deja precipitarse el agua á una profundidad extraordinaria, y se abre la excavación sobre esta quebraja, entonces es imposible encontrar la corriente de agua á la profundidad que se había presumido.

3º El manantial se halla á veces cortado más arriba del punto en que se hace la excavación, y conducido por un acueducto hasta las inmediaciones de una casa ó de un prado para regarlo; y siendo este desvío del manantial hecho por manos del hombre, no puede saberse sino por noticias que uno debe tener cuidado de tomar de los habitantes de aquella vecindad.

4º La dificultad que hay de conocer bien el *thalweg* subterráneo en ciertas llanuras bajas, las que, aunque inclinadas hacia abajo, son perfectamente llanas desde una costanera á la otra, y no presentan el menor vestigio de *thalweg*.

5º La perturbación causada en las capas inferiores por las explosiones de los gases subte-

rráneos, habiendo quedado intactas las capas superficiales. Esos accidentes son mucho más frecuentes de lo que comunmente se cree.¹

6º Aunque el terreno en que se hace la excavación sea muy regular, si á la parte de arriba y allí cerca hay algún levantamiento ó hundimiento que haya trastornado la estratificación de las capas, entonces, tomando el manantial un curso desordenado, no vuelve á entrar en su *thalweg* sino á cierta distancia de estas perturbaciones.

7º Cuando se hace la excavación un poco más abajo de un depósito de toba; como el manantial que lo ha formado y continúa aumentándolo, obstruye sin cesar su paso, de ahí es que de ninguna manera sigue el *thalweg*.

8º Cuando dentro del conducto de un manantial cae tierra ó piedras en cantidad suficiente para obstruirlo, el manantial es empujado hacia arriba y se echa dentro de la primera quebraja ó hendedura que encuentra á los lados. Lo mismo sucede cuando el manantial lleva consigo fango que se acumula en un punto de

1 "Cuando terremotos violentos hacen estremecer toda una comarca, rompen las capas de que ella está compuesta, y hacen grietas en dichas capas. No hay cordillera de montañas que no haya experimentado sacudimientos causados por terremotos." (*La Métherie*, párrafos 1218 y 1423.)

su conducto natural y llega un día á obstruirlo. Así es que, en la mayor parte de las indicaciones hechas por mí y que no han tenido buen resultado, se han hallado los conductos de los manantiales muy en regla, con las paredes muy lisas y medio llenas de arena limpia; pruebas evidentes de que los manantiales pasaron en otro tiempo por aquellos conductos y que fueron desviados por alguna de las causas que se han indicado.

Así, pues, es cierto que un manantial puede cambiar de conducto; pero lo es también que jamás puede destruirse completamente, y que aun cuando no se le encuentre, su existencia cerca de la excavación que se ha hecho es siempre cosa segura, según los datos que se expresan en este Tratado.

Volviendo á emprender excavaciones que no habían tenido buen éxito, me ha sucedido muchas veces obtener un resultado completo haciéndolas ensanchar solamente dos ó tres pies en uno de los lados. Sólo cuando se ha hecho la excavación se ve claramente si el manantial se ha quedado al lado, ó si está todavía más profundo que la excavación que se ha abierto.

Pero se dirá: ya que puede uno estar expuesto á no tener buen éxito al buscar manantiales,

¿será prudente arriesgarse á gastar dinero inútilmente para hacer excavaciones?

Si la prudencia consistiera en no emprender sino lo que sabemos que debe tener infaliblemente un buen éxito, no emprenderíamos casi nada, porque casi todo lo que hacemos va acompañado de peligros de no tener buen éxito. Así es, que el labrador prepara con mucho trabajo sus tierras y les confía un grano precioso, sin que tenga seguridad de la cosecha; el padre de familia hace grandes gastos, y aun muchas veces más de lo que permiten sus posibilidades, para hacer instruir á sus hijos, aunque sepa muy bien que éstos no sacarán tal vez ninguna ventaja de la instrucción.

El hombre que emprende un pleito, lo mismo que el abogado que se encarga de su defensa, jamás están bien seguros de ganarlo; cualquiera que compra puede engañarse, tanto en la calidad como en el precio de la mercancía; todo negociante arriesga sus capitales, etc.

Así, pues, no porque no hay posibilidad de tener mal resultado en una empresa debemos abstenernos de ella. La prudencia dicta que, antes de empeñarnos en ella, examinemos con madurez las ventajas y los inconvenientes; que pesemos las probabilidades de buen éxito y de

mal suceso; y siempre que las ventajas que pueden obtenerse son de un valor incomparablemente mayor que los gastos que arriesgamos, y las probabilidades de buen éxito son muchísimas más que las de mal suceso, dicta la prudencia que obremos como si estuviésemos seguros del buen éxito.

Por lo mismo, todo propietario que no tiene agua cerca de su casa, que ve que un manantial delante de su puerta valdrá diez, veinte ó treinta veces la suma que puede costarle el descubrirlo, y que sabe, por ejemplo, que de diez, veinte ó treinta tentativas sólo hay una que deje de tener buen éxito, debe, si tiene posibilidad, hacer sin vacilar los trabajos necesarios para procurarse uno.

Antes de comenzar no tiene más que contar las horas y los cuartos de hora que pierden cada día sus criados y sus ganados para ir á proveerse de agua, y multiplicar estas horas por los 309 días de trabajo que hoy en el año; entonces quedará pasmado al ver el número de días que ellos pierden anualmente y la suma á que se eleva el importe de los días, por más que se estimen al más bajo precio posible. Por ejemplo, el que va á buscar el agua á cinco minutos de distancia, que consume seis cubos cada día

para las necesidades de su casa, y que emplea para ello un criado que le cuesta un franco diario, gasta á lo menos 30 francos al año por el transporte de esta agua, porque necesitándose diez minutos para cada viaje de ida y vuelta, los seis viajes hacen una hora; siendo esta hora la décima parte de su trabajo diario, cuesta 10 céntimos; y estos 10 céntimos, gastados durante los 309 días de trabajo que hay en el año, importan al fin de éste 30 francos 90 céntimos. Si el mismo propietario tiene diez bestias de labranza, cuyo trabajo diario valga 10 francos, estando obligado á conducir las al agua dos veces al día, y durando cada viaje como un cuarto de hora, estos diez animales pierden cada día media hora, que vale 50 céntimos; estos 50 céntimos perdidos durante los 309 días de trabajo de todo el año, forman la cantidad de 154 francos 50 céntimos, los cuales, añadidos á los otros 30 francos 90 céntimos, forman un total de 185 francos 40 céntimos.

Siendo este gasto anual, representa un capital de 3,708 francos, que es el valor real de un manantial que este propietario podría hallar delante de su puerta, ó de otro manantial que podría hallar á cinco minutos más cerca que el que tiene. Yo no cuento los instantes que se

pierden en la fuente, porque éstos son los mismos cuando está cerca que cuando está lejos.

Tales son los gastos de una casa rural ordinaria que va á tomar el agua sólo á cinco minutos de distancia. Aumentando este gasto anual á proporción de la distancia del manantial y del número de animales domésticos, es para un grandísimo número de propietarios doble, triple, décuplo, etc., porque sus manantiales se hallan á diez, á quince y á cincuenta minutos de distancia.

Pero si es una villa ó una ciudad la que va á proveerse de agua á cinco minutos de distancia, el gasto aumentará todavía en proporción al número de casas y de los animales domésticos que hay en ellas, y parecerá increíble á todos aquellos que no han hecho estos cálculos. ¿Y qué será si el manantial, al cual van á buscar agua, se halla mucho más distante?

Sólo haciendo cálculos semejantes se pueden comparar las ventajas que procura un buen manantial cerca de casa con la módica suma que cuesta para sacarlo de tierra. Esta suma, que es ordinariamente de 10 á 200 francos, es la única que esté un poco expuesta, porque los gastos de construcción ó de conducción, como no se hacen sino después que uno se ha asegurado bien de

la cantidad y de la calidad del manantial, no corren absolutamente ningún riesgo. Quedando, además, demostrado que los gastos que ocasiona la distancia en que se halla el manantial fijan el verdadero valor del que uno puede procurarse cerca de las casas, valor que es décuplo y muchas veces céntuplo de lo que cuesta este último, se sigue de aquí que todo hombre prudente debe hacer las excavaciones con confianza y perseverancia, no olvidando jamás que una infinidad de excavaciones solamente han tenido mal éxito porque no se ha querido ahondarlas uno ó dos pies más.

Si la primera tentativa no sale bien, se hace otra en un punto diferente, porque cuando se busca el agua, que es absolutamente necesaria, es preciso, como dice Héricart de Thury, hablando de los pozos artesianos, estar animado de una voluntad firme de hacer y de obtener.

CAPÍTULO XXIX.

MEDIOS DE SUPLIR LA FALTA DE MANANTIALES.

Las antiguas ciudades fortificadas están situadas ordinariamente sobre cimas escarpadas. Las

villas, las poblaciones, las aldeas y las casas de campo han sido edificadas generalmente sobre montecillos, sobre cumbres de colinas y otras alturas, á fin de tener hermosos puntos de vista y un aire más puro; pero estas dos ventajas tienen un inconveniente ordinario, y es la dificultad de procurarse manantiales, los que, como se ha visto, se hallan principalmente en los parajes más bajos. Casi se diría que estos sitios se han buscado expresamente para no tener manantiales cerca de las casas. Los menos distantes que se puedan descubrir se hallan á menudo á muchos centenares de metros de distancia y al pie de cuevas largas y rápidas. Por esto aconsejaré una y mil veces que cuando se quiera en lo sucesivo edificar una casa nueva en cualquier despoblado, se comience por buscar y sacar de dentro de la tierra el manantial que debe servir después para el uso de sus habitantes, y en seguida situar la casa en sus inmediaciones; porque en cualquiera parte que se encuentre el hombre, si puede tener agua de manantial, la prefiere á toda otra, por ser la más grata para beber y al mismo tiempo la más sana.

Aunque no haya casi una sola casa para la cual no pueda hallarse un manantial con sólo alejarse de ella algunos centenares de metros y

hacer una excavación más ó menos profunda, estos dos inconvenientes se los halla á veces tan grandes, que se prefiere beber otra agua inferior en calidad, pero más cómoda.

Si á veces se consiente en ir á buscar un poco lejos la corta cantidad de agua de manantial que se necesita para las personas, sin embargo se quiere siempre, y efectivamente hay un grande interés en tener otra cerca de la casa para los animales y otras necesidades domésticas.

Los únicos medios que yo conozco para remediar la falta de manantiales, son: primero, los pozos de filtración; segundo, los pozos á orillas de las corrientes de agua; tercero, las cisternas; cuarto, las charcas; quinto, la filtración de aguas cenagosas.

Hallándose explicado este último medio en el capítulo XXVI, creo de mi deber dar, sobre cada uno de los otros cuatro, algunas advertencias que son el resultado de las observaciones que he hecho en mis excursiones. Estas advertencias las hallarán, sin duda alguna, superfluas aquellos que saben mucho más; pero podrán ser útiles á los muchísimos propietarios que no pueden tener manantiales y quieren dirigir ellos mismos los trabajos que deben hacerse para remediar la falta de aquellos.

Pozos de filtración.

En ciertas mesas ó llanuras sobre las montañas, y en ciertas cimas que tienen más de una hectárea de superficie plana, se hallan terrenos en los cuales basta excavar un pozo para que se llene de agua en poco tiempo. No se crea que esta agua va al pozo por un curso regular, saliendo de un solo costado y escapándose por el otro, como lo verifican los manantiales; sino que confluye allí de todas las alturas y de todos los costados, y no se la ve sino por modo de rezumo ó destilación.

Las más de las veces se abren estos pozos hasta su fondo sin ver la menor gota de agua; lo más que se ve es la tierra húmeda ó algunas transpiraciones; pero como todos los fluidos se dirigen hacia la parte que ofrece menos resistencia, no ofreciendo ninguna resistencia el vacío que forma el pozo, toda el agua pluvial que cae en las cercanías empapa el terreno, se dirige poco á poco hacia el pozo, y sigue caminando allá hasta que la humedad del terreno quede enteramente agotada.

Como ordinariamente no es permanente este desagüe, y no dura sino una, dos ó três semanas después de cada lluvia, es prudente dar á estos

pozos una grande anchura y profundidad, á fin de que durante el desagüe puedan recoger una grande cantidad de agua y darla hasta la siguiente lluvia.

En mis excursiones he visto muchísimos de estos pozos que, aunque privados de todo manantial, recogían, sin embargo, bastante agua, por destilación ó rezumo, para proveer á todas las necesidades de una ó dos casas todo el año. Estas aguas son las más de las veces cristalinas, frescas y de una calidad bastante buena.

Los terrenos más á propósito para esta especie de pozos son: los terrenos arenosos, los granitos, los pórfidos, los gneis, los asperones, las molasas, las calizas laminosas que tienen las hieladas horizontales, y generalmente todos los terrenos que no producen sino manantiales pequeños.

Como casi no hay meseta ni cima sin algún pequeño pliegue de terreno con *thalweg*, si se tiene cuidado de abrir estos pozos sobre los *thalwegs*, en vez de hacerlo á la ventura, como se ha hecho hasta ahora, se verá que las filtraciones serán mucho más abundantes; y muchas veces, si el pliegue de terreno tiene un centenar de metros de extensión por la parte de arriba, hasta se hallará un manantial pequeño. Debe

tenerse cuidado de abrir estos pozos á lo menos á unos 30 metros de distancia el uno del otro, porque cuando se hallan demasiado inmediatos se perjudican mutuamente. Debe también procurarse que las aguas inmundas no puedan introducirse en ellos. Se les da, en fin, la forma redonda, y se los construye con piedras secas como los pozos ordinarios.

Pozos á la orilla de las corrientes de agua.

El agua de los ríos y de los arroyos es la más sana para las bestias y las que les gusta más; pero, como siempre está inficionada, ó se sospecha á lo menos que tiene porquerías, como se enturbia cada vez que llueve ó se derriten las nieves, como está tibia en verano y se hiela en invierno, aun cuando no tenga nada de malsano, le encuentran siempre las personas una cierta tibieza y desabrimiento que la hace ingrata para beber.

Los que tienen sus casas cerca de una corriente de agua permanente, y no pueden tener ningún manantial á su disposición, porque se halla ó muy profundo ó muy distante, no deben hacer más que abrir un pozo á la orilla de la corriente de agua, darle la profundidad de uno ó dos metros debajo del nivel de sus aguas más

bajas, y entrará en él agua clarificada y fresca, que podrá alguna vez equivaler al agua de manantial.

Estos pozos no deben abrirse jamás en terrenos impermeables, sino que es preciso hacerlo siempre dentro de las arenas y casquijos que ha acarreado la corriente de agua y á una justa distancia de ella; porque, si se hacen demasiado cerca, el agua no llegará á ellos sino mal filtrada y mal refrescada; si, por el contrario, se hacen demasiado lejos, el agua llegará á ellos en muy poca cantidad, ó bien no llegará ni poca ni mucha. Variando al infinito la permeabilidad de los terrenos de transporte, ninguna regla puede darse en cuanto á la distancia que se debe tomar para abrir estos pozos en un lugar conveniente; y cada uno podrá ver por la experiencia cuál es la distancia que conviene á su localidad. Aquel que, después de haber hecho un pozo, viese al cabo de algún tiempo que lo ha abierto demasiado cerca ó demasiado lejos, podrá hacer otro en cualquier paraje distinto que le parezca mejor.

Estos pozos deben abrirse, en cuanto sea posible, sobre un ribazo bastante elevado para preservarlos de las inundaciones y no quedarse uno privado de ellos todo el tiempo que éstas du-

ren. Cuando uno se ve obligado á abrirlos en un banco de casquijo poco elevado sobre el nivel de la corriente de agua, si se encuentra allí un punto que esté al abrigo de la corriente con motivo de una roca ó cualquier otro objeto, en cuyo lugar el agua desbordada forma un remolino, debe escogerse este punto, á fin de que la corriente no se lleve en cada crecida el brocal, y llene el pozo de casquijo. Deben, por fin, construirse estos pozos con piedras secas y en la forma ordinaria.

Las cisternas.

Una cisterna es un depósito subterráneo, dentro del cual se conducen y se conservan aguas pluviales para servirse de ellas en todo lo que convenga. Hay en Francia muchísimas poblaciones y hasta cantones enteros, cuyos terrenos son tan desfavorables para descubrir manantiales en ellos, que los habitantes no podrían hallarlos sino á profundidades enormes y á grandes distancias.

Hay también muchísimas landas, llanuras bajas, playas marítimas y terrenos pantanosos, en los cuales no se tiene ni se puede hallar sino aguas malsanas é impotables. Aquellos que tienen la desgracia de ver sus casas en tan mala

situación, no pueden procurarse agua sino por medio de cisternas; pero lo más sensible es que se hallan comarcas de mucha extensión en las que no hay siquiera un propietario ni un albañil que sepa lo que debe hacerse para construir una cisterna sólida. La mayor parte de las que hay, como no están cercadas, sino de una simple pared, más ó menos mal edificada y hecha con argamasa, pierden á menudo el agua y ponen á los propietarios en el más grande apuro.

Entre los métodos que están en uso para la construcción de las cisternas y que he tenido ocasión de observar, el que me ha parecido más á propósito para construirlas con más solidez y más duraderas y que está al mismo tiempo al alcance de todas las inteligencias y escasas fortunas, es el que consiste en rodearlas de una pared construída con cemento, y envolver esta pared con una cintura de seis á siete decímetros de grueso. Hé aquí este método:

Escoged alrededor de vuestra casa un sitio libre y cómodo, y haced en él una excavación redonda que tenga 2.5 metros de diámetro más que el diámetro que queréis dar á la cisterna. Si, por ejemplo, queréis que la cisterna tenga cuatro metros de diámetro en su interior, dad á la excavación 6.5 metros de diámetro, y dadle la

profundidad de 4 á 6 metros, según la cantidad de agua que queréis que contenga.

Después que la excavación está concluída, se construye alrededor de ella una pared circular de seis á siete decímetros de grueso, y á seis ó siete decímetros de distancia del muro de la excavación. Las piedras que miran al interior deben ser labradas de modo que puedan formar corvadura, y por la parte opuesta deben ser en mampostería. Esta pared debe construirse enteramente con cemento,¹ y todas las junturas é intersticios deben llenarse con él exactamente.

Para poner una buena cintura alrededor de vuestra cisterna traed arcilla de la mejor que podréis hallar en las cercanías de vuestra casa, y si no halláis arcilla pura, tomad tierra de la más arcillosa que sea posible. Después de ha-

1 El cemento para las cisternas se hace con cal hidráulica ó con la mejor cal que se pueda encontrar y que acabe de salir del horno. Con una muela de moler aceitunas se reducen á polvo trozos de tejas ó ladrillos bien secos y bien cocidos, y son los mejores los que son demasiado cocidos ó quemados. Con este polvo se mezcla una cuarta parte ó á lo más una tercera parte de arena muy fina, y en lugar de arena pura [a], se echa esta mezcla dentro de la cal que se amasa como la argamasa común. Este cemento no se prepara sino en el mismo momento que se necesita, y debe emplearse luego que está hecho.

Cuando no se tiene á la mano ni cal hidráulica, ni cal de primera calidad, se puede practicar la receta que da M. Lo-

(a) Parece que aquí falta en el original alguna palabra.—El traductor

ber sentado cada hilada de piedras, echad una capa de arcilla del grueso de unos tres decímetros, que llene exactamente el intervalo de seis ó siete decímetros, que se ha dejado entre la pared y los muros de la excavación. Para amasar esta arcilla, el obrero la moja cuanto sea necesario, toma después una estaca redonda y con punta en una de sus extremidades como un rodrigón, la hunde verticalmente en todo el espesor de la arcilla, la inclina hacia sí y la retira; la vuelve á plantar á la distancia de un decímetro poco más ó menos del agujero que ha hecho, la inclina otra vez hacia sí y la retira; y reitera esta operación centenares de veces, y pica así poco á poco toda la capa de arcilla. Con-

riot, el cual hace con la cal ordinaria un cemento que es todavía mejor, pero es un poco más difícil de ejecutar. Héla aquí:

Tomad una porción de tejas ó ladrillos molidos ó bien machacados y pasados por un cedazo, dos partes de arena fina de río pasada por un zarzo; añadid cal apagada en cantidad suficiente para formar con el agua una amalgama ó argamasa ordinaria, pero bastante humedecida para que pueda apagar la cal viva en polvo que echaréis hasta la concurrencia de una cuarta parte de la cantidad total de arena y de ladrillos molidos.

Bien pulverizadas y mezcladas estas materias, servíos de ellas inmediatamente, porque la menor dilación puede hacer infructuoso ó imposible su uso. Una capa de este cemento, puesta en el fondo y en las paredes de un aljibe, de un canal, ó de toda clase de construcciones hechas para contener y resistir á las aguas, hace el efecto más sorprendente, aun cuando se ponga en pequeña cantidad.

cluído este primer amasamiento, se empieza otro, teniendo cuidado de plantar la estaca en los intervalos de los agujeros anteriores. Cuando la capa de arcilla está amasada por dos veces de la manera indicada, se la comprime fuertemente con un pisón de empedrar; se pone en seguida otra hilada de piedras, se la rodea con otra capa de arcilla, que se amasa como la anterior, haciendo lo mismo en cada hilada hasta llegar á la sumidad de la bóveda que se construye en forma de cúpula semiesférica, en cuya parte superior se deja una abertura redonda, en torno de la cual se edifica un brocal.

Terminada la construcción de la cisterna, poned en el fondo una capa de arcilla de unos tres decímetros de grueso que esté bien igual, y que amasaréis una y dos veces, y comprimiréis, como queda dicho.

Sobre esta primera capa de arcilla pondréis otra, haciendo lo mismo que con la primera; y cubriréis esta arcilla de un empedrado ó baldosas de piedra ó de guijarros que haréis firmes con una buena capa de cemento, tapando con el mismo todas las junturas é intersticios. También se puede hacer el fondo de la cisterna de sólo cemento entremezclado de menudos casquijos ó de gruesos casquijos. Este cemento debe

tener de tres á cuatro decímetros de espesor; es más sólido que la arcilla, y disminuye menos la capacidad de la cisterna, pero es un poco más caro.

Cuando la excavación que se hace para construir una cisterna se halla dentro de una roca ó de un banco de arcilla compacta y absolutamente impermeable, no se necesita entonces ni cemento ni macizo, bastando construir alrededor de la cisterna una pared de piedra seca y la bóveda con argamasa.

Todas las cisternas deben estar cubiertas de medio metro de tierra por lo menos, á fin de que el agua sea más fresca. Deben también ser redondas, porque las paredes de una cisterna cuadrada no resistirían á la fuerza expansiva del macizo. Cuando el agua de una cisterna es para beber las personas, es bueno sacarla con cubos, á fin de que al llenarse éstos la agiten, pongan todas sus partes en contacto con el aire y la priven de corromperse; las bombas dejan el agua demasiado inmóvil.

Como en las cisternas no entra agua de manantial ni de filtración, es necesario conducir á ellas el agua de los tejados ó de un terreno cubierto de céspedes.

Para recoger el agua de los tejados se pone

alrededor de los edificios y debajo de los tejados canales de plomo, de hoja de lata ó de zinc, pintadas al óleo. Estas canales recogen el agua de todo el tejado, y la llevan á un encañado que la conduce á la cisterna.

Los tejados que frecuentan los palomos ó que no se limpian de cuando en cuando, no dan sino agua sucia. El agua de los tejados tiene, además, el inconveniente de ser algunas veces insuficiente para el consumo de una casa.

Para recoger en una cisterna toda el agua pluvial que se quiera, se destinan á este objeto algunas áreas de terreno cerca de la casa. Este terreno debe tener una pendiente moderada, ser bastante compacto para que no absorba las aguas pluviales, estar cerrado con una pared, un vallado ó una empalizada, de manera que ni los animales ni las aves de corral puedan entrar en él, y ser cubierto de céspedes, á fin de que las aguas pluviales se enturbien lo menos posible. Se puede segar la hierba de este cercado y plantar en él árboles frutales, pero no se debe labrar. En la parte baja y al través de este vergel se hace una reguera para recoger toda el agua pluvial que cae sobre la superficie del vergel, y conducirla dentro de un conducto hecho con cemento que la lleva á la cisterna.

De ninguna manera se debe dejar entrar en la cisterna las aguas de nieve, ni las primeras aguas que provienen de una tempestad, porque son las más turbias y las menos saludables. A este efecto, se hace á la entrada del acueducto una pequeña compuerta que se abre y se cierra cuando se quiere. No se debe poner agua en las cisternas nuevas sino después que el cemento está bien seco y solidificado, y deben limpiarse á lo menos una vez al año.

Las charcas.

Una charca es un lugar hueco dentro de la tierra que tiene por lo menos algunos metros de ancho, algunos decímetros de profundidad, y está destinado á conservar cierta cantidad de agua pluvial allí recogida. Esta especie de balsas no tienen ni forma ni capacidad determinadas, y se les da un diámetro y una profundidad proporcionadas á la cantidad de agua que se necesita y que á ellas se puede conducir. Las unas son muy anchas de boca, accesibles de todos lados y con pendientes suaves desde las orillas hasta el centro; y esta especie de charcas no presentan ningún peligro.

Otras hay que son muy profundas, rodeadas de orillas muy escarpadas, más ó menos altas,

con una sola entrada que tiene la pendiente suave; y éstas deben estar siempre rodeadas de una pared, de un vallado ó de una empalizada.

En cuanto á la de esta última forma, que se hagan de aquí en adelante, será muy prudente que no se les dé más de metro y medio de profundidad, á fin de evitar los repetidos accidentes que ocasionan todos los años, porque en ellas se ahogan, unas veces gentes extrañas que pasan por la noche, otras veces niños, y otras, en fin, animales domésticos.

Las charcas no deben hacerse sino dentro de rocas ó de tierras impermeables, y si éstas no se encuentran en el sitio que se quieren hacer, se pone un macizo en el fondo y en las paredes de aquéllas, que se hace con arcilla que debe mojarse, amasarse y comprimirse, como se ha dicho hablando de las cisternas.

Las charcas deben situarse siempre en el *thalweg* de un pliegue de terreno, ó en la parte baja y lateral de un camino hondo, ó al extremo de una zanja larga, á fin de que puedan recoger la mayor cantidad de agua pluvial posible. Débense también plantar en torno de las charcas árboles grandes y bastante espesos, en el caso que puedan crecer allí, á fin de conservar sus aguas frescas y preservarlas de la evaporación,

la cual, por lo general, se lleva mucha más agua de las que no están cubiertas de sombra, que la que se consume para los diferentes usos de la casa.

El agua de las charcas, aunque no sea buena para las necesidades domésticas, es, no obstante, de grande utilidad para abreviar las bestias, para regar los huertos, para los casos de incendio, etc. En las grandes charcas pueden criarse tencas, gobios, carasinos, cobites, etc., peces que se multiplican en gran manera, y les gustan las aguas estancadas. Todo el gasto para la conservación de las charcas consiste en limpiarlas de cuando en cuando, y el légamo que se saca es un excelente abono para las tierras cuando está seco. En los países en que no hay manantiales ni corrientes de agua, nunca será por demás el hacer muchas cisternas y charcas.

CAPÍTULO XXX.

ORIGEN Y PROGRESOS DE ESTA TEORÍA.

El lector tiene, sin duda, curiosidad de saber cuál ha sido el origen de esta teoría y cómo se

ha propagado: así, pues, procuraré satisfacerle, poniéndole á la vista una breve noticia sobre mis trabajos hidroscópicos.

La grande línea que separa en Francia el terreno primitivo del terreno calcáreo, parte de las playas del Mediterráneo, atraviesa, describiendo una infinidad de curvas, los departamentos del Var, de la Drôme, de la Ardèche, del Gard, de la Lozère, del Aveyron, del Lot, de la Corrèze, de la Dordoña, de la Alta-Viena, de la Creuse, etc.

Esta línea atraviesa precisamente la pequeña parroquia de San Juan Lespinasse (Lot), de la cual fui nombrado cura económico en 1818. Apenas hube llegado á este pueblo, quedé sorprendido en gran manera del contraste que presentaban, tocante á manantiales, la parte oriental del departamento del Lot y la parte occidental.

La parte oriental, compuesta enteramente de terrenos primitivos, tiene colinas muy prolongadas y muy regulares. Los valles y cañadas, los ríos y arroyos confluyen unos dentro de los otros con un orden que podría llamarse perfecto.

Allí se ven los manantiales salir de todas partes; casi todas las casas tienen á lo menos

uno junto á ellas, y casi todos los prados se riegan con agua de ríos, de arroyos ó de manantiales.

Los veinticuatro cantones, que forman la parte occidental y meridional del departamento, están todos situados sobre el terreno calcáreo, y se hallan por lo general faltos de arroyos, de fuentes y hasta de pozos de agua de manantial. Puede irse en línea recta del Este al Oeste desde Lissac hasta Mareuil, que distan 54 kilómetros, sin encontrar una sola corriente de agua; y del Norte al Sur, desde Mézels hasta Sauliac, que dista 46 kilómetros, sin atravesar otra corriente de agua que el arroyo de Gramat, cuya parte inferior está enteramente seca las tres cuartas partes del año. Esta parte del departamento en que no hay ninguna corriente de agua, forma una extensión de 50 leguas cuadradas.

Los relatos de los males sin número que causaba la penuria de agua, y que en esta comarca eran la materia ordinaria de las conversaciones, no tardaron en venir á contristarme. En la mayor parte de los pueblos, me decían todos los días, los habitantes todos están obligados á emplear, en los tiempos más preciosos, una, dos, tres, cuatro ó cinco horas cada día para ir con

barricas al río á buscar el agua que necesitan ellos y sus bestias.

Los que no tienen ni carro ni cabalgadura, y estos forman la mayor parte de la población, van hasta una ó dos leguas de distancia á buscar el agua con cubos que llevan sobre la cabeza; y otros no tienen por toda bebida sino el agua cenagosa y fétida de las charcas. En ciertos lugares se vende el agua de río de 20 á 30 céntimos¹ el cubo, y cada bestia de tiro ó de carga debe cada día por el valor de 12 sueldos.² De cuando en cuando se ven á los orillas de los ríos ovejas que no han bebido muchos días hace, de las cuales algunas se arrojan al agua y se ahogan, y otras se atracan de agua y se mueren de repente. Cuando los animales vuelven del río están casi tan sedientos como al salir de casa. Cuando hay algún incendio, no hay ningún medio de apagarlo. Los propietarios que tienen cisternas son muy pocos, y no pueden abrirlas al público sin resignarse á quedar ellos mismos privados de agua. Si en algún pueblo hay un pozo que abastezca de agua, sus cercanías parecen continuamente una feria. Las personas y los rebaños que acuden allí de día y

1 De seis á nueve cuartos.—*El traductor.*

2 Diez y ocho cuartos.—*El traductor.*

de noche, y muchas veces de muy lejos, se ven obligados á aguardar muchas horas hasta que los primeros que llegaron hayan abrevado sus rebaños y llenando sus barricas.

Al oír estos duelos y muchísimos otros ocasionados por la falta de agua, me decía á menudo á mí mismo: “¿Sería, pues, posible que Dios “hubiese abandonado para siempre tantas poblaciones desgraciadas á las angustias de la “sed? ¿No será posible hallar, en estas desventuradas comarcas, manantiales, por profundos “que fueren?” Poseyendo yo algunas nociones de geología, y sabiendo que cae tanta lluvia sobre las tierras calcáreas como sobre las otras, me puse á recorrer en todas direcciones estas vastas y áridas mesetas, para ensayar si podría comprender en qué venían á parar las aguas pluviales, y ver si podía descubrir algún indicio de manantial, ya fuese por el estudio geológico de los terrenos, ya por los indicios que nos dan los fontaneros, y que se verán en el último capítulo.

Los que no conocían el objeto de estas idas y venidas al través de toda clase de propiedades, decían que iba en busca de aquellos muchísimos é inmensos tesoros que el vulgo cree que dejaron tiempos atrás los ingleses cuando eva-

cuaron la *Guienne*; otros decían que trabajaba para la estadística del departamento, etc.

Los hombres instruídos, á los que tenía ocasión de decir cuál era el objeto de mis exploraciones, se mostraban todos convencidos de que no se podrían jamás descubrir manantiales en aquel país, en atención á que las muchísimas y profundas excavaciones que se habían hecho desde el principio del mundo, no habían tenido ningún resultado; y que, si este descubrimiento hubiese sido posible, mucho tiempo hace que lo habría hecho algún sabio de Paris. Cerca de dos años se pasaron así en correrías inútiles, sin haber descubierto el menor indicio de la presencia de los manantiales.

No habiendo podido obtener nada sobre las mesetas, me puse á recorrer y examinar sucesivamente las orillas de nuestros tres ríos principales, que son: el Lot, el Celle y el Dordoña; allí ví un grandísimo número de manantiales situados en muy cortos intervalos, algunos de los cuales serían bastante caudalosos para formar un río; gran número de otros podrían formar un grande arroyo, y además ví un número mayor de otros que eran menos voluminosos; todos salen de tierra y se echan inmediatamente dentro de los ríos. Entonces dije en mi interior:

“Estos manantiales no se forman dentro de la
“roca misma que los arroja, ni dentro de un es-
“pacio de algunas hectáreas de terreno; por lo
“tanto, deben ser el producto de las aguas plu-
“viales que caen sobre las mesetas, y que son
“absorbidas al momento mismo que tocan el
“suelo.” Habiendo comenzado de esta manera
á explicarse cuál era la suerte de las aguas plu-
viales que caen sobre nuestras mesetas calcá-
reas, partiendo del desembocadero de muchos
de estos manantiales, recorrí las mesetas que los
dominan, para ver si descubría algunos indicios
de su paso; pero en estas primeras exploracio-
nes caí desgraciadamente sobre regiones ente-
ramente cubiertas de hoyos, que entonces no
sabía yo alinear, y no pude obtener ningún re-
sultado; sólo me quedó la convicción de que de-
bajo de las mesetas calcáreas debían formarse
arroyos subterráneos, aumentarse y correr como
las corrientes de agua visibles en otros países;
pero, ¿por dónde pasaban?

Pensando entonces que tal vez yo había to-
mado al revés el estudio de la hidrografía sub-
terránea, y que antes de estudiarla en los terre-
nos hundidos y trastornados, hubiera debido
comenzar este estudio en los terrenos regulares
y primitivos, en donde los manantiales son tan

numerosos, empleé otros dos años en recorrer y examinar los terrenos primitivos del departamento del Lot.

Allí examiné con particular atención los manantiales que salen naturalmente de tierra, en qué circunstancias de terrenos se producen, por qué aparecen sobre ciertos puntos y no sobre otros, por qué tienen un volumen desigual, qué reglas observan los arroyos visibles en su formación y en su corriente, etc. Así, pues, sobre este terreno recogí, á fuerza de observaciones, la verdadera teoría de las corrientes de aguas subterráneas y de su erupción.

Sólo faltaba trasladar esta teoría á las mesetas calcáreas, y hacer su aplicación á las corrientes de agua que tienen ocultas. Entonces empecé otra vez el examen de las corrientes de agua que salen de tierra á las orillas de los ríos, probando seguir su curso yendo hacia su parte superior que presumía. Comencé este examen afortunadamente por el manantial de *Louysse*, que forma por sí solo un gran río.

Partiendo de su desembocadero y caminando hacia arriba, encontré en primer lugar un vallecito muy marcado; pero su depresión, aunque fácil siempre de distinguir, va disminuyendo hasta *Thémines*, en donde entra por un sumi-

dero un grande arroyo; no vacilé en reconocer este arroyo por el principal confluente que va á formar, á 25 kilómetros de distancia, el enorme manantial de *Louysse*, el que, según todas las probabilidades, debía pasar por debajo del vallecito que yo acababa de recorrer.

Este primer estudio, que fué para mí muy satisfactorio, me animó á seguir de la misma manera cierto número de otras corrientes de agua que, después de haber andado por la superficie de la tierra, se pierden y van á salir á las orillas de los ríos. Así llegué á conocer los arroyos de *Théminettes* y de *l'Hôpital Issendolus* que van á echarse debajo de tierra al conducto de *Lousse*; que los arroyos de *Binhac* y de *Salgues*, después de haber desaparecido debajo de tierra, van á reunirse con *Lalzou*; que el arroyo de *Miers*, después de haberse hundido en *Roque-de-Corn*, se reproduce en *Montvalent*, á las orillas del *Dordoña*; que el arroyo, que se pierde en *Sounac*, va á salir en Santa Eulalia; el de *Assier* en *Corn*, y el de *Reyrevignes* en *Boussac*; estos tres últimos arroyos, después de haber andado por debajo de tierra de tres á cuatro leguas, vuelven á salir á las orillas del *Celle*.

Como todos estos arroyos son mucho más abundantes cuando salen de tierra que cuando

entran, saqué la consecuencia de que habían recibido gran número de otros arroyos.

Yendo desde el desembocadero hasta el sumidero de cada una de estas corrientes de agua subterránea, y siguiendo siempre el fondo del vallecito que señalaba su paso, encontré unas veces un pozo natural en cuyo fondo se veía la corriente de agua; otras veces una quebraja, en el fondo de la cual se la oía zumbar; aquí había el orificio de una manga subterránea por la cual me aseguraron que de cuando en cuando salía una nutria;¹ allí se había visto muchas veces, después de grandes lluvias, saltar una columna de agua del seno de la tierra, y elevarse hasta dos ó tres metros de alto. Todos estos indicios y otros, á medida que los encontraba, me confirmaban más y más en que me hallaba en el buen camino.

Tenemos también en el departamento del Lot muchísimos manantiales no menos importantes que los que acabamos de nombrar, los cuales salen de tierra á las orillas de los ríos, sin que se vea, en las hoyas que los producen, uno solo

¹ La presencia de una nutria en medio de aquellos terrenos áridos, fué para mí una prueba. no sólo de la presencia del río subterráneo en aquel sitio, sino también que este río estaba poblado de peces, puesto que son el principal alimento de aquel animal.

de sus confluentes andar á descubierto. Los principales que se ven á las orillas del Lot, son: la fuente de *Touzac*, cerca de Puy-l'Evêque; las de los Cartujos y de San Jorge, en Cahors; las de *San Géry*, de *Crégols*, de *Cajarc* y de *Cadrieu*. A las orillas del *Celle* se hallan los manantiales de San Sulpicio, el pozo de *Marchepé* y el pozo de *Resserq*, en el pueblo de Marcillac; el *Bourlandan* y la *Percalerie* en el pueblo de Cabrerets. A las orillas de la *Dordoña* se ven las fuentes de *Mayraguet* y del *Gourg*, cerca de Souillac; las de *Briance* y de *Murel*, cerca de Martel, etc.

Al ver que la mayor parte de estas fuentes salían cerca de los ríos, al extremo de largos valles, á los cuales van á parar gran número de vallecitos y pliegues de terreno, creí tener algún fundamento para concluir que se formaban, corrían por debajo de tierra y seguían los *thalwegs* de los valles ó vallecitos como lo verifican los arroyos visibles. Sobre todo en la parte meridional del departamento se ven los valles, los vallecitos, las gargantas y los pliegues del terreno, tan bien ahuecados y dispuestos con tanta regularidad como en los terrenos primitivos.

Aunque estas depresiones estén privadas de arroyos y de manantiales, lo que yo había observado en otra parte me hizo creer que cada

una de ellas conducía una corriente de agua subterránea.

También necesitaba yo conocer las líneas que siguen los manantiales que no se manifiestan al extremo de los valles, sino que brotan á las orillas de los ríos al pie de rocas escarpadas, y sin ninguna apariencia de vallecito sobre las mesetas que los dominan. Después de muchas correrías, en las que examiné bien los terrenos, reparé que todos estos manantiales provenían de terrenos cubiertos de hoyos, que durante mucho tiempo creí situados confusamente y sin orden alguno. Sin embargo, después de haberlos examinado con detención, llegué á observar que estaban dispuestos por series y que cada serie ocupaba el *thalweg* de una especie de vallecito muy poco deprimido; que había siempre uno de estos vallecitos un poco más ahuecado que los otros y que se dirigía hacia el desembocadero del manantial, aunque estuviese interrumpido por una especie de atajo que formaba la escarpadura, al pie de la cual salía el manantial. Entonces fué cuando aprendí á alinear esos innumerables hoyos que están diseminados sobre la mayor parte de nuestras mesetas calcáreas, y á ver distintamente las diferentes series que forman, de los cuales unos son principales y otros

accesorios, indicando la línea que sigue la corriente de agua principal, y la que sigue cada corriente de agua accesoria.

Adquirida de este modo la certeza del paso de una corriente de agua debajo de cada serie de hoyos, quedaba la dificultad de conocer su profundidad. Partiendo del desembocadero de cada manantial, y suponiéndole debajo de tierra la misma pendiente á poca diferencia que tienen los arroyos visibles, nivelé muchísimas de estas series de hoyos, y hallé que en casi todos los puntos estaban á 200, á 300 y á 400 pies sobre el nivel de este desembocadero, y que por consiguiente las excavaciones eran impracticables en estos terrenos con motivo de la excesiva profundidad que habría tenido que dárseles para llegar al agua. Por este motivo, en el capítulo XX he colocado los terrenos calcáreos entre los terrenos impropios para descubrir manantiales. Observé solamente que en la parte donde comienza cada uno de los vallecitos hay ordinariamente un pliegue de terreno sin ningún hoyo, y que puede hallarse allí un manantial pequeño como se halla en todas partes en el terreno primitivo.

Volví, pues, á los manantiales que bratan al extremo inferior de los vallecitos, y suponién-

doles la misma pendiente que la de los arroyos que corren al descubierto, hallé por medio de la nivelación que se hallaban ordinariamente á 10, 20, 30 ó 40 pies de profundidad, y que, por consiguiente, debían hacerse siempre las excavaciones en los valles, vallecitos y pliegues de terreno, como se ha visto en el capítulo XVI, no sólo porque su *thalweg* es la guía más segura para conocer la línea que sigue una corriente de agua debajo de tierra, sino también porque su depresión permite llegar á la corriente de agua por medio de una excavación menos profunda.

Los dos planos inclinados que presentan los dos costados que forman la mayor parte de los vallecitos y el terreno de transporte que ocupa su fondo, me hicieron pensar que la corriente de agua debía hallarse en la línea de intersección de los dos planos, y que por medio de la operación indicada en el capítulo XVII, podría tenerse otro medio para conocer la profundidad de la corriente de agua, salvo las irregularidades que podrían encontrarse en el terreno. Este segundo medio, que es tan sencillo cuando uno lo sabe, no me vino á la idea hasta seis años después que hube comenzado á estudiar la hidrografía subterránea.

Asimismo, solamente después de haber estudiado durante muchos años los manantiales y las hoyas en que se forman, llegué á hacer esta otra observación, que no es menos sencilla, á saber: "Que el volumen de cada manantial, es, " por lo general, proporcionado á la extensión " de su hoya, y que pudiendo determinar el pé- " rímetro de cada hoya y medir su superficie, " puede uno conocer aproximadamente el volu- " men del manantial que aquélla produce."

Así es cómo después de nueve años de estudios, de exploraciones, de paciencia y de fatigas, llegué á conocer teóricamente la línea que sigue cada manantial, su profundidad y su volumen. Desde entonces me ocupé de poner en orden los muchos materiales que había recogido de los libros y sobre el terreno, y redactar este tratado.

A fin de reducir esta teoría á la práctica y hacer ver su valor por medio de hechos que estuviesen al alcance, tanto de los más ignorantes como de los más sabios, presenté en 1827 al Consejo general del departamento del Lot un compendio de aquélla, acompañado de una carta, en la que ofrecía pasar gratuitamente á los pueblos y á las casas de los particulares que quisiesen ensayarla; y pedí al Consejo que tuviese á bien votar algunos fondos destinados á

concurrir por mitad á costear los gastos que pudieran ocasionar los primeros experimentos, con la condición de que los ayuntamientos ó los particulares costeasen la otra mitad.

Añadí que esta teoría no era infalible, y que inevitablemente cometería algunos errores; pero que mi confianza era bastante grande para poder prometer que tendría felices resultados, á lo menos en las dos terceras partes de las tentativas. El Consejo general acogió favorablemente estas proposiciones, y puso á disposición del señor prefecto una suma de 600 francos, destinada á concurrir por mitad á los gastos de los primeros ensayos. Hé aquí su deliberación:

Prefectura del departamento del Lot.

Extracto del registro de las deliberaciones del Consejo general.

SESIÓN DE 1827.

Reunión del 21 de Agosto.

“El Consejo general, después de haber oído el dictamen de la comisión nombrada para examinar el memorial presentado por M. Paramelle, relativo á los medios de descubrir corrientes de agua debajo del terreno calcáreo del departamento, aplaude el celo de este digno sacerdote para remediar una de las plagas más funestas á extensas comarcas, y reconoce que sus ideas

están apoyadas sobre observaciones no menos justas que sabias.

“Esperando que su teoría será justificada por los hechos, y que tan luego como la experiencia habrá demostrado su exactitud, los propietarios del departamento, cuyas habitaciones estén situadas cerca de los puntos por donde deben pasar corrientes de aguas subterráneas, se apresurarán á hacer los trabajos necesarios para aprovecharse de ellas, acuerda: 1º, que una suma de 600 francos sea puesta á disposición del señor prefecto para que se emplee, bajo la dirección de M. Paramelle, en descubrir corrientes de agua en los puntos donde él crea que se debe hacer la aplicación de su teoría; 2º, que se suplique al señor prefecto que haga saber al Sr. Paramelle la decisión del Consejo general, y le dé gracias por la comunicación que ha tenido á bien hacerle.

“Por expedición comprobada y hallada conforme.

El Secretario general de la Prefectura,
REYDASSE.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

A consecuencia de esta deliberación, M. Baumes, entonces prefecto del Lot, dirigió á los al-

caldes de los muchísimos pueblos que estaban privados de agua, la circular siguiente:

Prefectura del departamento del Lot.

“El prefecto del departamento del Lot, caballero de la Legión de Honor, se apresura á hacer saber á los alcaldes del departamento, que el honorable M. Paramelle, presbítero, autor de un sistema que tiene por objeto procurar aguas siempre frescas, sanas y abundantes en todos los pueblos que tienen falta de ellas, sistema que ha obtenido el apoyo del Consejo general y la aprobación del Gobierno, debe recorrer sucesivamente todos los pueblos del departamento privados de agua, á fin de hacer de ellos la aplicación de su teoría.

“En su consecuencia, teniendo el prefecto el honor de recomendar de una manera muy particular al Señor abate Paramelle cerca de los alcaldes de los pueblos en los que tenga ocasión de hacer ensayos, los invita á que le secunden del mejor modo que les sea posible, y le procuren todos los medios que estén en su poder, á fin de facilitarle la ejecución de sus útiles proyectos.

“El prefecto tendrá la satisfacción, si hubiere felices resultados, de señalar al reconocimien-

to del público los pueblos, los administradores y hasta los particulares que, según los informes del Señor abate Paramelle, hubieren contribuído gratuitamente al indicado efecto con el mayor número de jornales de hombres, y hubieren puesto más diligencia en ayudarle con todos los medios de que pudieren disponer.

“Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, el 23 de Junio de 1828.

El prefecto del Lot,
BAUMES.”

La persuasión de que era imposible hallar manantiales en las mesetas calcáreas era tan firme, que no hubo sino ocho pueblos que quisiesen aventurar fondos para estas tentativas. Habiéndome presentado á dichos pueblos para hacer las indicaciones pedidas, los alcaldes extendieron un escrito por cada indicación, en el cual se expresaban el punto en que se había indicado el manantial, su profundidad y su volumen. De este escrito se hicieron tres ejemplares originales, firmados por muchos testigos, mandándose inmediatamente uno al señor prefecto, quedando otro en poder del alcalde y otro en poder mío.

De estos ocho pueblos hubo tres que no hicieron ninguna excavación, y cinco que ejecuta-

ron los trabajos que yo había trazado, y todos estos cinco obtuvieron completo y feliz resultado. Uno de estos descubrimientos fué el enorme manantial de *Rocamadour*, el cual, según decían los habitantes, daría agua suficiente para todo el departamento. Conforme el encargo que el prefecto había hecho á los alcaldes, éstos le enviaron relaciones muy circunstanciadas sobre estos descubrimientos inesperados, que llenaban de gozo á los habitantes de aquellas inmediaciones.

A fines de Agosto de 1829, conformándose el prefecto con los deseos que había manifestado el Consejo general, me escribió invitándome á presentarme en el seno de este Consejo, á fin de exponerle de viva voz esta teoría, y proponerle los medios que yo creyese mejores para propagarla y extenderla á todos los pueblos del departamento que estaban faltos de agua.

El 1º de Septiembre me presenté al Consejo, el cual consagró toda la sesión de aquel día á oír las explicaciones que le dí, tanto sobre la teoría como sobre los medios de propagarla. Dí fin á mis explicaciones, repitiéndole que estos cinco resultados no debían hacer creer que todas las tentativas saldrían bien; pero que yo persistía en creer que saldría con honor, á lo

menos en las dos terceras partes.—*Aun cuando no tuviese vd. un éxito feliz sino un la mitad de ellas, dijeron muchos miembros del Consejo, haría vd. inmensos servicios al departamento.* Y después que hube salido de la sala de sesiones, el Consejo tomó la deliberación siguiente:

Prefectura del departamento del Lot.

Extracto del registro de las deliberaciones del Consejo general.

SESIÓN DE 1829.

Reunión del 1º de Septiembre.

“El Consejo general, compuesto de los miembros que deliberaron en la reunión del día anterior, y de M. Théron, ha vuelto á emprender sus trabajos á las ocho de la mañana.

“Después de leída el acta de la reunión de ayer, que ha sido aprobada, el Consejo ha oído lo que le dice el prefecto acerca de los resultados ya obtenidos de la aplicación de la teoría del abate Paramelle al descubrimiento de mandantiales. Esta autoridad dice que sólo en cinco pueblos se había hecho la excavación hasta la profundidad indicada por el abate Paramelle, y que en todos cinco se había encontrado una corriente de agna.

“Este resultado feliz ha dado al Consejo la esperanza de que la teoría de este sabio sacer-

dote llegará á procurar el descubrimiento de aguas vivas á muchísimas localidades que hasta ahora no habían tenido sino cisternas insuficientes, y charcas que no podían servir para abreviar los animales domésticos sino una parte insignificante del año.

“Habiendo dicho uno de los miembros que el abate Paramelle deseaba someter al Consejo las bases de su teoría, ha sido invitado á presentarse. Ha expuesto la serie de observaciones según las cuales había creído poder seguir la dirección de las corrientes de aguas subterráneas, y los hechos que vienen en apoyo de las consecuencias que saca de estas observaciones. El Consejo ha oído con el más vivo interés las explicaciones que ha dado el abate Paramelle, ha reconocido que su teoría es conforme á los principios de la física; y no ha admirado menos su generoso desinterés que el celo infatigable con que dirige las excavaciones que se emprenden para buscar manantiales.

“Intérprete de los sentimientos del Consejo, el prefecto le ha pagado un justo tributo de elogios, y le ha dado gracias por los importantes servicios que se propone prestar al departamento, cuyo agradecimiento tiene merecido.

“Persuadido el Consejo de que nunca se po-

drá fomentar bastante el buscar manantiales, á propuesta del prefecto ha votado en seguida 2,000 francos para indemnizar de sus sacrificios al abate Paramelle, ó para ayudar á los pueblos que quisieren hacer el ensayo de su teoría. Son 2,000 francos.

“Por extracto certificado conforme,

El Secretario general de la Prefectura,
REYGASSE.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

Habiendo impedido la revolución de 1830 al Consejo general ocuparse en la cuestión de manantiales, en 1831 tomó la deliberación siguiente:

Prefectura del departamento del Lot.

Extracto de los Registros de las deliberaciones del Consejo general
del departamento del Lot.

SESIÓN DE 1831.

Reunión del 14 de Mayo.

“El Consejo general, etc.

“De la cuenta que se dió, relativa á la aplicación de la teoría del abate Paramelle al descubrimiento de manantiales, resulta que en diez y siete puntos diferentes se ha llegado á la profundidad en la que había indicado una corriente de agua subterránea, y que en diez y seis de

ellos se ha justificado la existencia de un manantial en el espacio designado.

“Queriendo el Consejo secundar el celo de este venerable sacerdote para procurar el elemento más indispensable á la vida, á la sanidad y á las necesidades de la agricultura á comarcas que hasta ahora habían estado privadas de él, delibera que le serán abonados 10 francos por cada manantial que descubra, y que el Consejo municipal del pueblo, en que se haga el descubrimiento, se obligará á buscarlos hasta la profundidad indicada, dentro del año siguiente á la designación.

Por extracto conforme,

Por el Secretario general de la Prefectura,
que está ausente,
El Consejero de Prefectura,
J. J. CAVIOLE.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

A consecuencia de esta deliberación y de las nuevas circulares que el prefecto pasó á los alcaldes, continué presentándome á todas las localidades que tenían á bien llamarme. Como fué solamente la catorcena tentativa la que salió mal en el pueblo de Carennac, la fama de estos primeros resultados corrió rápidamente de boca en boca, y se extendió luego á todo el

departamento. Crecía la confianza de día en día; hasta me atribuían una infalibilidad que yo rechazaba continuamente y con todas mis fuerzas, citando las tentativas sin efecto que había de tarde en tarde; pero en esto no se paraban, porque estas tentativas sin efecto no significaban nada, comparadas con las inmesas ventajas que procuraban los descubrimientos, cuyo número é importancia eran exagerados en todas partes.

Yo no había tenido jamás otras miras que las de procurar agua á mi departamento; pero antes de haber acabado de explorarlo, me ví llamado á los departamentos de la Corrèze y del Aveyrón, en donde los buenos resultados de las tentativas hicieron tanto ruido como las que habían tenido lugar en el departamento del Lot. Los malos resultados eran reputados como si no los hubiese habido. *Nosotros nos tendríamos por muy dichosos, me decían á menudo, aun cuando no pudiésemos acertar sino la mitad de las veces; porque un manantial descubierto vale veinte veces, y quizás cien veces lo que cuesta.*

Viendo que el número de pedidos iba siempre en aumento, hice dimisión á mi obispo, el cual fué de dictamen que haría aún más bien yendo á procurar aguas en las poblaciones desgraciadas que nó la tenían, que permaneciendo en mi puesto.

Después de haber visitado estos tres departamentos, fuí llamado al de la Dordoña, en donde la falta de agua era tan general que casi en todos los pueblos me hicieron demandas. Como los mismos buenos resultados acompañaban las indicaciones, los periódicos de este departamento, á falta de otras noticias, se pusieron á publicar, día por día, y con los mayores detalles, los resultados que llegaban á noticia de los redactores. Sus artículos fueron reproducidos por los periódicos de los departamentos inmediatos y hasta por muchos de los de Paris, y no se necesitó más para atraerme demandas de todas partes.

Durante los tres ó cuatro primeros años de mis exploraciones, el vulgo, que no conoce otra física que lo maravilloso, estaba embobado al ver predicciones que le constaba se cumplían todos los días. "Este señor, decía uno, halla los manantiales, porque nació á la hora que se requería para ello; otro cualquiera haría otro tanto si hubiese nacido á la misma hora.—Es un don de Dios, decía otro, que sólo él ha recibido.—No, decía éste, es verdaderamente brujo; ¿no veis que adivina perfectamente la posición, la profundidad y el volumen de cada manantial, así como todas las especies de terreno que de-

ben atravesarse para llegar á él?—No es ni inspirado, ni brujo, decía aquél: es que tiene la vista más fina que cualquier otro hombre, y que ve al través de la tierra todo lo que hay debajo de ella.—Tiene la vista mejor que nosotros, decía todavía otro: él sólo ve salir de tierra una columna de humo que se eleva sobre cada manantial;” y cien otros cuentos por el estilo.

Algunos de esos semisabios que están persuadidos que nadie puede saber lo que ellos mismos no saben, aunque no hubiesen visto jamás ninguno de los resultados obtenidos, decían con tono magistral, que los descubrimientos que se contaban, eran imposibles.¹ Algunos

1 En el mes de Octubre de 1834 pasé á Lavalette, cabeza de partido (Charente), ciudad cuyos habitantes se velan obligados todos los veranos á ir á buscar el agua á más de un kilómetro de distancia, y en donde sólo dos propietarios me habían llamado. Al llegar uno de ellos me habló aparte y me dijo: *Caballero, ponga vd. mucho cuidado en todo lo que haga y diga: se halla vd. en un país de filósofos, en el que no se quiere dar crédito á su arte en vista del estado á que vd. pertenece.—Pierda vd. cuidado. señor mío, le respondí, verá vd. luego á todos sus filósofos con el tapa-boca que les pondré.*

Al indicar el primer manantial á unos 100 metros de la ciudad, me seguan como unos treinta hombres acomodados y gran número de otras personas. Habiéndome pedido la indicación el propietario subscritor, le dije: *El manantial está debajo de aquel punto, sirvase vd. señalarlo; se halla á diez y seis pies de profundidad, y su volumen es como mi dedo pulgar.* En seguida, tomando una posición un poco elevada y un tono de voz bastante alto, dije: *Señores, yo no me hago pasar en ninguna parte por infalible; sin embargo, si alguno de us-*

de ellos que tenían ocasión de ver algunos de estos resultados, decían que tales manantiales habían sido hallados por casualidad. Otros decían: *Es verdad que este manantial fluye bien en este momento, pero no se pasará mucho tiempo sin que deje de manar.* Otros decían: *No hay duda que es agua que sale de tierra y fluye de este hueco, pero no es agua de manantial.*¹

tedes quicre apostar 300 francos que lo que yo anuncio no es así; yo apuesto 600 francos que las tres declaraciones que acabo de hacer son tales como yo he dicho. Nosotros podemos depositar, desde luego, las dos cantidades, y dentro de tres días sabremos quién ha ganado. A estas palabras sucedió un silencio profundo, y casi todas las figuras se estiraron y palidieron. Después de cuatro ó cinco minutos de silencio se elevó una voz de enmedio de aquella multitud, y dijo: *Pues bien, habla tú ahora, habla: tú decías que querías confundirle cuando hubiese llegado; habla, y gana estos 600 francos.* Después de estas palabras continuó el mismo silencio. Pasados algunos minutos más de espera, volví á tomar la palabra, y dije sonriéndome: *Hay ciertos hombres que jurarían sin empacho una cosa, pero que no apostarían nada: yo, al contrario, sabiendo que soy falible, no tendré reparo en apostar que lo que digo será, pero no lo juraré nunca.*

Dentro de poco días fué efectivamente descubierto el manantial á la profundidad y con el volumen que yo había anunciado; y antes de salir de las cercanías de aquella ciudad me hicieron más de cien demandas; indiqué treinta y siete manantiales!

Lo que hice en Lavalette, lo he hecho todo el tiempo que han durado mis excursiones. Casi en todos los puntos en que he indicado manantiales he ofrecido apostar dos contra uno, que las tres declaraciones que hacía serían exactas, y no he encontrado á nadie que haya querido aceptar la apuesta.

¹ Hé aquí lo que dice sobre este particular el *Courrier de la Drôme* de 27 de Noviembre de 1842: "En una población

En muchos parajes me tendieron lazos esos espíritus fuertes: los unos me llevaban á un sitio en donde un manantial que conducían á un punto distante por medio de un acueducto, y sobre cuyo manantial no dejaban en la superficie de la tierra el menor vestigio de excavación; ó bien ocultaban con mucha habilidad los pilones de sus fuentes, y me decían: *Por aquí hay un manantial, ¿en dónde se halla?* Mi respuesta era irme donde estaba la fuente. Algunas veces me conducían á algún pozo privado de todo manantial, en el cual habían echado agua poco antes de mi llegada, y me decían con el to-

importante del departamento de***, el abate Paramelle fué llamado un día al efecto de indicar un manantial capaz de alimentar una fuente pública con surtidor. Acudió el geólogo, y el mismo día de su llegada el manantial fué hallado (indicado). Sin embargo, este resultado tan favorable á la ciudad no fué apreciado por todos de la misma manera. El pueblo trabajador lo celebró durante tres días con danzas y rigodones de nunca acabar; pero entre algunos de la clase distinguida la cosa pasó de una manera bien diferente.

"Se puso á discusión si era posible que hubiese un manantial en el lugar donde lo había indicado el abate Paramelle, y esto sin que nadie lo hubiese sospechado antes de él.

"Sin embargo, el alcalde mandó hacer la excavación, y se halló el manantial, como lo habla anunciado el sabio hidróscopo. Pero los de la oposición no se dieron por vencidos; al contrario, tuvieron la mayoría en el seno del Consejo Municipal, el cual declaró, que *"como el manantial inventado por el abate Paramelle, no era un manantial, no había lugar de construir la fuente proyectada."*

"El alcalde, embarazado en gran manera con esta extravagante deliberación, escribió á San Ceré, pidiendo al abate Pa-

no más serio: *Nuestro pozo tiene un buen manantial, pero es demasiado profundo.*—*Vuestro pozo no tiene el más pequeño manantial*, respondía yo, y me confesaban riendo lo que había sido. Otros me llevaban á un cercado en donde habían abierto muchísimos pozos y muy profundos, pero sin resultado alguno, para ver si yo haría una indicación sobre uno de estos pozos enteramente rellenos. Al momento de llegar yo á algún pueblo, el más instruído me ha dicho muchas veces: *Caballero, ¿podría vd. decirnos dónde está nuestra fuente?*—Sí, señor, respondía yo, y al mismo instante iba á ella tan directamente como hubiera podido hacerlo cualquiera de los habitantes.

ramelle que tuviese la bondad de ayudarle, por medio de una demostración sintética, á refutar de un modo victorioso las objeciones de la mayoría; pero el geólogo se hizo el sordo. Se acordó de las *margaritas*..... del Evangelio, y juzgando que el agua, el manantial, la fuente y la ciencia eran cosas ajenas de la deliberación que se había tomado, respondió simplemente al alcalde: "*Señor alcalde: La opinión de vd. es conforme con la mía. Sí; el agua que en el tiempo de cuatro horas pudo llenar el hoyo de cinco metros de profundidad que se acababa de hacer en el recinto de vuestra ciudad, y que de diez y seis meses á esta parte no ha dejado de fluir en la superficie del suelo, es una agua de verdadero manantial. Por consiguiente, soy de parecer que la ciudad haga construir la fuente. Los que crean que su agua es agua de manantial, podrán ir á buscarla; y los otros podrán ir al obrevadero. Tengo el honor de ser, etc.*"

"La carta fué leída en el Consejo Municipal, y dicen que nadie quiso ir al abrevadero."

Gracias á Dios, todas estas estrategemas y otras semejantes fueron siempre preparadas en vano. Hasta he tenido un gran placer cada vez que se ha querido ponerme á estas pruebas, y las he echado siempre á muy buena parte. Habiendo reconocido los espíritus fuertes la inutilidad de todas estas celadas, poco á poco han ido dejándolas; y durante los 20 años últimos de mis excursiones no he observado sino una ó dos veces que se ha intentado tenderme otras.

Después que muchos centenares de tentativas hubieron probado que el número de las que tenían buen resultado excedía incomparablemente al número de las que tenían mal resultado, los prefectos y las sociedades de agricultura publicaron circulares, y los periódicos un grandísimo número de artículos para provocar las subcripciones en sus departamentos y transmitirme las.

Para satisfacer á estas numerosas demandas he explorado sucesivamente, y en el orden que sigue, los departamentos de Charenta, Lot y Garona, el Cantal, la Viena, la Gironda, la Saboya (que formaba en tiempo del Imperio el departamento del Lemán y el de Montblanc), el Sena inferior, el Cher, Loir y Cher, el Charenta inferior, los Bajos Alpes, el Gers, las Bocas del

Ródano, el Var, los Altos Alpes, el Hérault, el Gard, Vaucluse, el Droma, el Loira, el Ardecha, el Doubs, el Jura, el Alto Saona, Saona y Loira, los Vosgos, el Meurta, la Côte-d'Or, el Alto Marne, el Mosela, el Meuse, el Alto Rhin, el Aude, el Alto Garona y el Ariège; total 40 departamentos. He hecho, además, exploraciones en ciertas partes de otros cinco departamentos, y algunas excursiones en Estados vecinos de Francia.

Hé aquí un extracto de mi prospecto, que da á conocer las condiciones conforme á las cuales yo trabajaba:

“Una vez llegado á los lugares que deben explorarse, M. Paramelle hace desde luego el examen geológico, designa un espacio de terreno en el cual se halla el manantial, y declara su profundidad y su volumen. Si el propietario dice que el manantial está demasiado distante, es demasiado profundo, demasiado pequeño ó que no se halla dentro de su propiedad, M. Paramelle no lo indica y no se le da ninguna retribución. Si el propietario ve el que el manantial le conviene y pide su indicación, M. Paramelle señala el punto fijo en donde se halla, y recibe honorarios que están arreglados del modo siguiente:

“En el departamento del Lot se le dan 10 francos por cada manantial que indica; en los seis departamentos limítrofes, 15 francos; en los departamentos que están contiguos á estos últimos, 20 francos, etc. Estando así aumentados los honorarios en 5 francos por departamento, á medida que se alejan de el del Lot, en el departamento de**** se hallan fijados á**** francos cada manantial.

“M. Paramelle se obliga por escrito, por lo que respecta á cada particular, á devolverle los honorarios si en el lugar y en la profundidad declaradas no halla ésta un manantial más que suficiente para todas las necesidades de la casa ó de las casas que debe abastecer de agua; sin embargo, los que no hagan las obras de excavación dentro de un año, contado desde el día de la indicación, perderán el derecho de reclamar la cantidad que hubieren satisfecho. Los honorarios son devueltos en su caso y lugar por un corresponsal que establece en cada distrito en que hace indicaciones. Los pobres son servidos en todas partes gratuitamente.”

En todos los departamentos el número de demandas ha pasado de 300; en algunos se ha elevado hasta 1,000, 1,500 y también á más de 2,000. En los departamentos en que el terreno

era más favorable, he podido indicar manantiales para la tercera ó cuarta parte de los suscritores; en otros no he podido hacer indicaciones sino para la séptima ú octava parte de aquellos que me habían llamado.

El número de indicaciones, comparado al de las demandas, hubiera sido en una proporción mucho más grande si en todas partes hubiese tenido yo el terreno á mi disposición; quiero decir, si los suscritores hubiesen sido propietarios de muchas hectáreas de terreno en torno de sus casas; pero la mayor parte de ellos no tenían más que un patio, un huerto y á veces un verjel de algunas áreas de extensión. Como dista mucho de que haya un manantial en cada hectárea de terreno, se ha seguido de aquí que el mayor número de aquellos que me han llamado no han tenido manantial dentro de su propiedad, y que con mucha frecuencia se habrían hallado éstos muy abundantes, poco profundos y muy cerca de sus casas; pero estaban situados dentro de la propiedad del vecino.

Los propietarios, en cuyas posesiones conocía yo que no había ningún manantial, tenían á lo menos la ventaja de saber que no debían hacer jamás ningún gasto para buscarlo, y que para procurarse agua no les quedaba sino uno

de los cuatro medios indicados en el capítulo precedente. Yo tenía cuidado de aconsejarles aquel que era más conveniente á su posición, y este consejo era siempre gratuito.

Desde 1832 hasta 1853, mis viajes han durado regularmente desde 1º de Marzo hasta el 1º de Julio, y desde el 1º de Septiembre hasta el 1º de Diciembre de cada año. Todos los días, excepto los domingos y fiestas, trabajaba desde la salida del sol hasta que se ponía, yendo á caballo de un punto á otro, sin detenerme más que una hora diaria entre diez y doce. Todos los manantiales que indiqué fueron registrados.

Cada escritura de indicación expresa la situación del manantial, su profundidad y su volumen, y está firmada por el propietario del manantial y por muchos testigos. A ese propietario se le ha entregado siempre un extracto de mi registro, en el cual yo me he obligado á devolverle los honorarios si en el lugar y en la profundidad declaradas no se hallaba un manantial como yo lo había anunciado, con la condición de que debería hacerse la excavación dentro de un año.

En 1854, habiendo llegado á la edad de sesenta y cuatro años, y sufriendo achaques que no me han permitido viajar más, me he visto obli-

gado á dar aviso de ello á los 37 departamentos que me habían enviado más ó menos demandas. Después me he ocupado en revisar el libro que había compuesto en 1827 sobre el *Arte de descubrir los manantiales*, y he hallado que este primer trabajo contenía, como todas las teorías que no han tenido aplicación, algunos principios demasiado absolutos, que la práctica me ha enseñado que debía modificar, y que faltaba en él un grandísimo número de hechos y observaciones que los viajes me han aconsejado que debían añadirse.

Yo no puedo terminar este capítulo sin ceder á la necesidad que experimento de manifestar mi gratitud á los ilustrísimos señores arzobispos y obispos, á los pares, á los diputados, á los prefectos, á los subprefectos, á los miembros de las audiencias, á los jueces de los tribunales y á los hombres célebres por su saber que he encontrado en mis viajes, por la benevolencia y atenciones con que se han dignado honrarme; á los subscriptores y á los curas por la cordial hospitalidad que han tenido á bien darme; todos me han tratado, no como á un extranjero, sino como á un íntimo amigo ó pariente que hubiesen visto por la primera vez después de una larga ausencia; á los miembros de los ayunta-

mientos y á los vecinos de casi todos los pueblos, que han querido saludar mi llegada con demostraciones tan simpáticas, y seguir mis exploraciones con tanto interés y celo.

Los innumerables rasgos de bondad que se me han prodigado en todas partes, y que yo me complazco en recordar y contar á mis amigos en el fondo de mi retiro, excitan en mí los sentimientos de la más viva gratitud, y puedo asegurar que no se extinguirán sino con mi vida.

La solicitud que los vecinos de los pueblos que yo visitaba han tenido en seguir y observar á aquel que ellos se imaginaban ser un personaje digno de ser visto, me hace creer que algunos de aquellos que no le han visto tendrán tal vez la curiosidad de leer las descripciones que de él han hecho algunos periódicos, de los cuales deberán, sin embargo, cercenar algunos rasgos evidentemente lisonjeros.

La Universidad Católica, tomo IX, Febrero de 1840: "El sabio y modesto abate llega escoltado de las notabilidades del pueblo que han ido á recibirle en sus confines: le aprietan, le rodean, le examinan; todos quedan sorprendidos al ver que viaja solo, á caballo, un hombre de alta talla y robusto, vestido de negro, de un semblante franco y cándido, frente ancha, mi-

rar penetrante, que sonríe con amabilidad y se apresura á declarar á los habitantes que le manifiestan una halagüeña impaciencia que está distante de tener el don de hacer milagros, sino solamente un poco de práctica en descubrir los medios de que se sirve la naturaleza para transportar y hacer circular las aguas ocultas en el seno de la tierra.

“Nada más sencillo y más modesto que el exterior y los modales de este buen sacerdote, el que, no obstante, sabe ser interesante en otros objetos distintos de los de su ciencia especial.”

El *Echo des Cevennes*, 23 de Mayo de 1841: “La modestia de M. Paramelle no cede en nada á la sencillez de su traje. De una estatura alta y robusta, de un aspecto interesante y amable, su fisonomía revela la inteligencia y la sinceridad. Su conversación ni es brillante ni afectada, pero siempre sólida y útil. Dotado de una grande penetración de espíritu, posee el arte de juzgar á los hombres. Muy lacónico en sus respuestas, no le gusta que se le hagan cuestiones multiplicadas, intempestivas y vanas.

“Este hidróscopo, más útil á la sociedad que el más grande conquistador, pasa su vida sin ruido, sin brillo y sin ostentación, pero descubre en todas partes preciosos tesoros.”

El *Correo de la Drôme*, 27 de Noviembre de 1842: "El abate Paramelle tiene cincuenta y dos años á poca diferencia. Su estatura es alta y derecha, y su salud tan robusta, que tiene todo el verdor y toda la fuerza muscular de un hombre mucho más joven. La sencillez de su traje es extrema y viene á ser proverbial. Ordinariamente lleva vestidos negros que recuerdan siempre su calidad de sacerdote, los cuales no deben, á buen seguro, incomodarle mucho si no es por su anchura.

"Su semblante es calmoso, interesante y amable; sus miradas investigadoras y penetrantes, y sus modales sencillos, pero siempre atentos. Su fisonomía anuncia la inteligencia y la sinceridad. Es verdad que en el conjunto de su persona hay un poco de aspereza montañesa; pero desagrada tanto menos, cuanto que debajo de esta rústica cubierta se adivina desde luego un alma bella y un espíritu fino y agudo. Su conversación no es brillante ni acicalada; pero, por otra parte, es breve, lúcida y siempre útil y sólida. Al abate Paramelle no le gustan ni las frases ni los fraseologistas, y acorta todas las cuestiones ociosas con que le abrumen.

"Muchas veces, y en especial en los países faltos de agua, el anuncio de la llegada de M.

Paramelle es un suceso notable. Creen las gentes ver venir un hombre enviado del cielo, como otro Moisés, y salen á recibirle: le aprietan, le cercan, le examinan, le preguntan; pero él se queda impassible, y más bien fija la vista en el país, en el terreno, en sus accidentes, en su vegetación, que en las buenas gentes que andan solícitas alrededor de su persona. Pasado este primer momento, sonríe con amabilidad, y declara desde luego, y casi de la misma manera en todas partes, que él no es ni un santo ni un hechicero."

El *Diario del Ain*, 14 de Abril de 1845: "El abate Paramelle tiene unos cincuenta y cinco años. Como á una estatura alta reúne una constitución casi atlética, no parece que altere su salud la vida trabajosa que lleva. En su fisonomía se ve un conjunto de natural bondad y de finura. Su frente es ancha, su ojo expresivo y su tez muy colorada; su traje es negro, y lleva un sombrero redondo con alas anchas."

La Esperanza, de Nancy, 18 de Noviembre de 1847: "A primera vista la fisonomía de M. Paramelle, y asimismo su talante, tienen algo de muy ordinario; pero cuando se le examina de cerca, sobre todo durante sus exploraciones, se ve lucir en sus ojos azules y meditabundos el rayo de la inteligencia.

“Cuando M. Paramelle está conversando, sus facciones toman un aire jovial y fino que desarruga la frente del pensador.... Su mirada investigadora se pasea por la superficie de los terrenos; los estudia, los sondea y los conoce, por decirlo así, en un abrir y cerrar de ojos.... Cuando recorre el territorio, le veréis que os indica de muy lejos los manantiales que hay descubiertos, el volumen de sus aguas, etc., y esto con una precisión y con una exactitud que os sorprenden y os hacen mirarle como una especie de adivino.”

La Tribuna, de Beaune, 4 de Abril de 1849:
 “El abate Paramelle es un hombre que viste con sencillez y lleva sobre una figura colorada el sello del hombre de bien. Lleva una vida muy frugal y muy activa: muy de mañana, y en ayunas, parte de la posada donde ha pasado la noche, y anda á caballo, leyendo su breviario, hacia el lugar en donde se le espera; almuerza á eso de las once y escoge los manjares más simples.... Tiene el genio inclinado á la chanza y dice de buena gana un chiste.”

El Espectador, de Dijon, 12 de Mayo de 1849:
 “Debajo del exterior sencillo y franco del abate Paramelle se adivina fácilmente una inteligencia fuerte y profunda, por más que se compare

modestamente á las cañas. Su conversación descubre un espíritu cultivado, no sólo con el estudio de la geología, sino también con el de otras muchas ciencias. Ha leído mucho y retenido mucho.... Su frugalidad llega á tal punto, que comer y beber casi no se cuentan por nada en su vida. La verdad es el fondo de su carácter; puede engañarse, pero á lo menos no engaña á sabiendas."

CAPÍTULO XXXI.

MANANTIALES HALLADOS SIGUIENDO ESTA TEORÍA.

Sin duda desearía el lector saber exactamente todas las veces que he acertado y todas las que no he acertado desde el primer día de mis exploraciones, y mi más ardiente deseo fuera darle esta satisfacción; pero para ello sería preciso que todos aquellos que hicieron excavaciones con arreglo á mis indicaciones, hubiesen sido exactos en darme parte de los resultados, y los alcaldes en dar fe de ellos, y esto, ni los unos ni los otros lo han hecho.

Como yo me obligaba por escrito, por lo que respecta á cada particular, á devolverle los honorarios en el caso de no salir ciertas mis indicaciones, todas aquellas que no fueron exactas se hicieron constar en regla por medio de procesos verbales que se han remitido á los correspondientes que había establecido en las capitales de los departamentos para reembolsar los honorarios; pero cuando se trataba de hacerme saber que mis indicaciones habían sido exactas y hacerlas constar, no sucedía así. A pesar de las recomendaciones más expresas que hacía en el acto de cada indicación de que me diesen aviso del resultado de la excavación, sea el que fuere, puedo afirmar que, de 10,275 indicaciones que tengo hechas en los veinticinco años que han durado mis exploraciones, no ha habido cincuenta particulares que se hayan tomado el trabajo de escribirme para hacerme saber la exactitud de mis indicaciones. Los unos no lo han hecho por temor de que el manantial se perdiese más adelante, y que esta declaración escrita no les quitase el derecho de pedir la devolución de los honorarios; los otros, por falta de tiempo, y otros, en fin, por pura apatía.

Durante los catorce años primeros envié á los alcaldes de los pueblos, en los cuales estaban

situados los manantiales descubiertos, fórmulas impresas de proceso verbal, en las cuales sólo debían intercalarse muy pocas palabras; y al mismo tiempo una carta impresa rogándoles que me devolviesen aquellas enteramente acabadas. De cada ciento hubo á lo más tres ó cuatro que me dieron satisfacción; todos los otros me dejaron sin respuesta. La mayor parte de estos magistrados recibieron estas fórmulas hasta cinco ó seis veces, con invitaciones repetidas de llenarlas; en fin, entre todos ellos recibieron en diferentes épocas un total de cuatro mil fórmulas y casi siempre inútilmente. El mes de Diciembre de 1842 hice por última vez una remesa de doscientas treinta y siete fórmulas para solitar estos procesos verbales, y sólo recibí llenadas cinco, quedando las demás sin respuesta. Desde entonces, fatigado y disgustado de hacer imprimir, de enviar y franquear estas fórmulas y cartas inútilmente, y viendo, por otra parte, que el valor de mi teoría quedaba sobreabundantemente probado por las deliberaciones del Consejo general que se han visto, y por las seis certificaciones que luego se citarán, dejé de enviar más y quise que los hechos hablasen por sí solos en los diez y siete departamentos que he explorado posteriormente. La prueba de que

los hechos han hablado con bastante favor, es que desde el principio hasta el fin de mis excursiones hidroscópicas, el número de demandas fué siempre en aumento. Cuando me ví obligado á abandonar la exploración de los departamentos, tenía más demandas para satisfacer de las que jamás había tenido; y me hubieran ocupado á lo menos ocho años, aun cuando no me hubiesen hecho otras.

Hé aquí, según me contaron, los motivos por los cuales los alcaldes me expidieron estas certificaciones.

Cada uno de ellos miró como cosa indiferente el dejar sin justificar un buen resultado que, en su opinión, no podía añadir nada al grandísimo número de los que eran conocidos. Los unos no expidieron estas certificaciones, porque querían asegurarse durante cierto número de años si dejaría de fluir el manantial; los otros, porque en la escritura de indicación yo no había anunciado sino un manantial solo, y en la excavación se han hallado dos y alguna vez tres; otros, porque el manantial se había hallado un poquito menos profundo de lo que yo había declarado; muchísimos otros, porque el manantial, desde el momento de ser descubierto, había llenado de agua la excavación, y esto impedía ve-

rificar si tenía precisamente el volumen que yo había declarado, etc.

A consecuencia de esa negligencia universal que los propietarios que hallaron sus manantiales tuvieron de darme aviso y los alcaldes de justificar el hallazgo, verosímilmente no tengo noticia de la octava parte, y quizá ni la décima parte de los que se descubrieron. Porque de las 10,275 indicaciones que hice, tengo motivos de creer, atendida la marcha ordinaria de los trabajos que pude observar, que se hicieron á lo menos de ocho á nueve mil excavaciones.

Hé aquí, sin embargo, las certificaciones que los prefectos del Lot me libraron á medida que recibieron procesos verbales de los resultados felices en el departamento del Lot ó en otros departamentos, como también el número de los malos resultados que se justificaron.

Prefectura del departamento del Lot.

“El prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales que han extendido los alcaldes y quedan depositados en la Prefectura, resulta que de cincuenta y tres pozos ó fuentes que hasta hoy se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot

y vecino de San Céré, cuarenta y nueve han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él había fijado.

“Hecho en la casa de la Prefectura en Cahors á 5 de Febrero de 1834.

Por el prefecto y por delegación,
El decano del Consejo de Prefectura,
Secretario general,
PÉRIER.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

Prefectura del departamento del Lot.

“El prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y que quedan depositados en la Prefectura, resulta, que de setenta y cinco pozos y fuentes que hasta hoy se han abierto con arreglo á la teoría de M. Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot y vecino de San Céré, sesenta y nueve han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él había fijado.

“Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, á 2 de Agosto de 1834.

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

El prefecto del Lot,
DECOURT.”

“El prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales, depositados en la Prefectura, resulta, que de ciento trece pozos ó fuentes que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, ciento cuatro han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él había anunciado.

“Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, á 29 de Enero de 1836.

El prefecto del Lot,
DE SÉGUR D'AGUESSEAU.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

“El relator de peticiones (*maître des requêtes*), prefecto del departamento del Lot, certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la Prefectura, resulta, que de ciento setenta y cuatro pozos ó fuentes que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, ciento sesenta y uno han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido ha-

llados á las profundidades que él había anunciado ó á profundidades menores.

"Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, á 21 de Noviembre de 1837.

BOBY DE LACHAPELLE."

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

Prefectura del departamento del Lot.

"El relator de peticiones, prefecto del departamento del Lot, certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la Prefectura, resulta, que de doscientos cincuenta y dos pozos ó fuentes que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, doscientos treinta y cuatro han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á las profundidades que él había anunciado ó á profundidades menores.

"Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, á 27 de Agosto de 1839.

BOBY DE LACHAPELLE."

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

Prefectura del departamento del Lot.

“El relator de peticiones, prefecto del departamento del Lot, certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la Prefectura, resulta, que de trescientos treinta y ocho pozos ó fuentes que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, trescientos cinco han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á las profundidades que él había anunciado ó á profundidades menores.

“Hecho en Cahors, en la casa de la Prefectura, el 1º de Febrero de 1843.

BONY DE LACHAPELLE.”

(Lugar del sello
de la Prefectura.)

A la fecha de esta última certificación, además de los 305 manantiales descubiertos que ella expresa, tenía yo en mi poder una lista de otras 237 tentativas que habían tenido buen resultado y se me habían anunciado, pero que yo no había podido hacer justificar. De esta época acá se me han anunciado otras 446, que ha-

cen la suma de 683 resultados felices y no justificados. Casi todos estos resultados felices los he sabido por algunos diarios de departamento, que casualmente me venían á la mano, ó por conducto de los habitantes de los países que yo había visitado, y que por acaso encontraba en mis viajes, á los cuales tengo motivos de creer bien informados y de buena fe.

Como la proporción entre las tentativas acertadas y no acertadas ha sido casi la misma durante los catorce primeros años de mis exploraciones, como se acaba de ver, será fácil admitir que durante los once últimos años esta proporción ha sido á lo menos la misma.

A fin de suplir la falta de certificaciones en regla que me ha sido imposible obtener, y fijar, por consiguiente, al público sobre el valor de esta teoría, cuanto en mí cabe, me veo obligado á valerme de los testimonios que se han insertado en algunos periódicos, los cuales harán conocer un gran número de estos resultados, no menos que la opinión que todos generalmente se han formado.

Si es cierto que no se debe dar entera confianza á un solo periódico que refiriera uno ó dos resultados felices que yo hubiera obtenido en su territorio, ó que publicara una opinión

individual sobre este particular; sin embargo, cuando un número muy grande de ellos cuentan hechos que han pasado cerca de ellos mismos, y que no han sido desmentidos por las personas que estaban en situación de comprobarlos, estas opiniones y los hechos numerosos citados en su apoyo, forman, al fin, una certeza moral, á la cual no rehusa su asentimiento ningún hombre sensato. Supuesta esta reserva, creo que puedo poner á la vista del lector las opiniones y los descubrimientos de manantiales relatados en los periódicos.

La Abeja del Lot, 11 de Noviembre de 1829: "El abate Paramelle ha emprendido una multitud de investigaciones y de experimentos sobre una gran parte de nuestras tierras, basados sobre las teorías más sencillas de la física, los cuales tienen casi en todas partes un suceso feliz y completo, y atestiguan al mismo tiempo el cielo y la inteligencia de su autor."

La Gaceta del Périgord, 6 de Noviembre de 1833, después de haber dado parte de siete descubrimientos, añade: "Todas estas declaraciones y felices resultados están justificados por procesos verbales de los alcaldes, su teoría no es en manera alguna infalible, como lo dice él mismo con ingenuidad; pero deja admiradas á

las gentes más instruídas, y destruye la incredulidad que comunmente le precede, mas nunca le sigue."

El mismo periódico, 16 de Noviembre de 1833: "Hoy día, que hechos multiplicados é incontestables han destruído hasta la sombra de la duda en todos los espíritus, el entusiasmo y la confianza más ciega han sucedido á ese sentimiento tan natural de desconfianza sobre la solución de un problema que desde los egipcios había ocupado á todos los pueblos de la tierra y á los sabios de todas las edades."

El mismo periódico, 26 de Marzo 1844: "El abate Paramelle está de vuelta en nuestro departamento. De todas partes se multiplican las demandas cuando pasa, y su reputación se ha extendido después de su última excursión. Ya no hay más incrédulos, sino los que no han visto y que no entienden. A buen seguro que no seremos nosotros los que nos encarguemos de hacer comprender lo que nos costaría mucho de explicar, pero será fácil hacer ver á todos aquellos que no quieren cerrar los ojos."

"Los hechos son testarudos por natural, y por lo mismo son la mejor respuesta que pueda darse á aquellos que dudan todavía."

El 28 de Marzo de 1834, la misma *Gaceta*

anuncia 17 descubrimientos, y el 30 de Marzo del mismo año otros 18 descubrimientos nuevos.

El Eco de Vésone, 9 de Noviembre de 1833: "El abate Paramelle, tan célebre por sus trabajos de hidrognomonía, ha llegado á Périgueux, y en este momento recorre los alrededores de aquella ciudad. Ha recorrido sucesivamente los cantones de.... y en todas partes ha dejado las pruebas más convincentes de la infalibilidad de su método; en todas partes ha indicado y ha hecho poner á descubierto manantiales, fuentes y corrientes de agua, cuya existencia jamás se había sospechado."

El mismo periódico, el 18 de Mayo de 1834: "Los felices resultados que obtiene el abate Paramelle en el descubrimiento de manantiales, se hacen más incontestables cada día. Y, en efecto, ¿quién hay que no se rinda á la evidencia de los guarismos? Los procesos verbales atestiguan que, entre los manantiales indicados y excavados, los manantiales hallados son á los manantiales no hallados como trece á uno. Así, pues, el procedimiento del abate Paramelle tiene para sí, si no una entera certeza, á lo menos una grande probabilidad de salir bien."

La Gaceta de Berry, 27 de Septiembre de 1834: "Su ciencia tiene verdaderamente algo

de prodigioso. ¿Cómo puede comprenderse que á la sola inspección de una campiña pueda decir con toda seguridad: *Aquí hay un manantial: tiene tal profundidad y tal volumen; el agua es de buena ó de mala calidad; el manantial sigue ésta ó aquélla dirección?* Sin embargo, esto es lo que practica todos los días."

El *Diario de Saboya*, 4 de Junio de 1836: "El abate Paramelle ha concluído poco há su excursión en la provincia de Saboyá, propiamente dicha, en la cual se han puesto á descubierto, á saber (sigue la designación de los manantiales). Estos se han hallado precisamente á la profundidad y con el volumen que él había declarado."

La Cotidiana, 7 de Diciembre de 1836, da cuenta de una memoria leída por M. Geoffroy-Saint-Hilaire en la Academia de Ciencias, de la cual cita el pasaje siguiente:

"Entre los individuos del clero cuyos trabajos han hecho ya algún ruido, citaremos al abate Paramelle. Su habilidad en el arte de descubrir manantiales nada tiene que pertenezca á los movimientos instintivos de la varita adivinadora, sino que está fundada sobre la ciencia y la observación. Ha adquirido con el hábito una tan grande precisión en la mirada, que le

basta la más simple inspección del relieve del suelo, para indicar el lugar y la profundidad á la que debe llegarse para encontrar manantiales. Sus resultados felices han tenido bastante celebridad para convencer á los más incrédulos."

El *Rhutenois*, 15 de Febrero de 1837: "*Aquí hay un manantial, dice á la simple inspección: tiene tal profundidad, tal volumen; el agua es buena ó de mala calidad; el manantial sigue tal ó cual dirección.* Citemos un hecho entre mil. Un propietario había visto desaparecer un manantial que regaba sus prados, y el hoyo adonde caía había sido cegado con piedras. Se rogó á nuestro hidróscopo que hiciese por manera de hallar otra vez este manantial fugitivo; y rehusando todo documento, designó desde luego el hoyo primitivo del manantial, su nueva dirección, el punto donde las aguas se separaban y el en que volvían á reunirse. Estas indicaciones fueron halladas exactas. La vista de M. Paramelle parece penetrar dentro de las entrañas de la tierra, y sondar sus capas una por una."

El Guardia Nacional de Marsella, 17 de Abril de 1838: "El abate Paramelle continúa sus exploraciones en nuestro territorio. Las investigaciones hechas con arreglo á las indicaciones

del célebre hidróscopo, han tenido hasta ahora los mejores resultados." Y cita tres tentativas que salieron bien.

El *Memorial de Aix*, 19 de Mayo de 1838: "Lo que no habían sabido hallar jamás estudios llenos de orgullo, acaba por fin de descubrirlo un pobre cura de aldea, algo geólogo, es verdad, pero sobre todo grande observador. No vacila nunca ni pierde el tiempo en largos cálculos. Después de haber echado una rápida ojeada sobre el terreno, M. Paramelle indica, no sólo el lugar en donde debe hallarse el manantial, sino también la profundidad á la que se encontrará. Predice, además, su volumen, y, lo que más pasma, su calidad. Todo esto lo dice con tanto laconismo, con tanta precisión, y al mismo tiempo con tanta sencillez, que los más escépticos se ven obligados á creer. Por lo demás, el abate Paramelle ha recorrido ya muchos departamentos, y los diarios no han hablado de él sino con los elogios que merece su precioso descubrimiento.

"Se concibe bien que nuestra árida Provenza y la ciudad de Aix, en particular, no debían desdeñar este socorro en cierta manera providencial..... Así es, que desde la aparición del benéfico indicador, una multitud de gente se precipita por do quiera que pasa."

La *Gaceta del Mediodía*, 24 de Octubre de 1839: "El abate Paramelle, habiendo entrado en el departamento del Var el 10 de Abril último, ha recorrido los distritos de Tolon y de Brignoles. El ha indicado un número considerable de manantiales, y ya se cuentan una cincuenta de tentativas que han salido bien, que son conocidas y quedan justificadas oficialmente. (Sigue una lista de diez y nueve descubrimientos.) Todos estos manantiales han sido descubiertos á la exacta profundidad indicada por M. Paramelle, ó á una profundidad menor, y todos son de un volumen más considerable que el que había anunciado.

"Los otros resultados no son conocidos todavía; pero estas primeras tentativas, que han salido bien, han producido tal movimiento en los distritos de Draguignan y de Grasse, que el número de subcripciones se ha doblado desde últimos de Junio; se elevan en este momento á unas mil cuatrocientas, y todos los días están llegando otras nuevas á nuestra prefectura.

"En la prefectura de Marsella y en la subprefectura de Aix se han comprobado oficialmente setenta resultados felices, obtenidos en el departamento de las Bocas del Ródano. Sólo hay hasta ahora cuatro tentativas que no han

salido bien; dos de las cuales quedan justificadas oficialmente.

“Estos guarismos y estos nombres dicen más que todas las frases. ¿Cuál es la ciencia que haya tenido más resultados felices, y se haya llevado menos chascos que la del hábil hidróscopo?”

La Universidad Católica, Paris, Febrero de 1840: “El abate Paramelle indica el número de metros y de decímetros en donde deben descubrirse (los mantiales), designa la naturaleza y el espesor de las capas que deben atravesarse, y, en fin, la cantidad de agua que se encontrará. La exactitud mil veces experimentada de todas estas indicaciones, y la prontitud con que las da, son verdaderamente sorprendentes y admirables.

“En esos países meridionales, los trabajos del abate Paramelle son apreciados como merecen; y el anuncio de que va á pasar, viene á ser un caso notable, puesto que las poblaciones se ponen en movimiento cuando está para llegar.”

La Alta Auvernia, 21 de Diciembre de 1844: “Se leen en *La Prensa*: Gracias á la ciencia geológica, se puede en nuestros días seguir con los ojos del espíritu las vías subterráneas que el agua se abre dentro de las profundidades de la tierra. ¿Qué cosa más asombrosa, por ejemplo,

que las operaciones hidroscópicas del abate Paramelle? Conducidle á un país que le sea enteramente desconocido, dejadle pasear unas cuantas horas por el territorio de un pueblo, y al volver trazará el plano de todas las corrientes de agua ocultas debajo de tierra; describirá su marcha y su volumen; dirá de dónde parten y á dónde van; calculará á punto fijo los gastos que deberán hacerse para aprovecharse de ellas: el hilito de agua, por insignificante que sea, no puede escaparse de su vista penetrante."

El Correo de la Montaña, diario de Pontarlier, 1º de Mayo de 1845: "Los pueblos del departamento del Doubs disfrutan ya de 38 descubrimientos á consecuencia de sus indicaciones."

El Espectador, de Dijon, 29 de Mayo de 1845 "¿Podrá alguno dudar ó disputar el mérito ó la ciencia de M. Paramelle, cuando hechos innumerables vienen cada día á dar testimonio en favor suyo? ¿Acaso no tenemos hoy día 29 departamentos de Francia que han proclamado en alta voz los descubrimientos afortunados del sabio geólogo? En este momento mismo, ¿no vemos por ventura á nuestros vecinos (el Doubs y el Jura) que hacen resonar los diarios con sus maravillosos descubrimientos, designados con

una perspicacia sorprendente, en el decurso de su exploración que continúa en la actualidad?

“Los cantones de Lons-le-Saulnier, Beaufort, Saint-Amour, San Julián, Orgelet, Conliège y otros que acaban de ser explorados, tienen hoy la satisfacción de poseer muchísimos manantiales que les eran desconocidos, y que parecían nacer debajo de los pies de este sabio. Los habitantes de las ciudades y de los campos están llenos de admiración.”

El Centinela del Jura, 16 de Septiembre de 1845: “Nos participan de Saint-Amour, que en todos los puntos en que M. Paremelle ha indicado manantiales en las cercanías de esta ciudad, su ciencia geológica no ha salido una sola vez frustrada.” (Sigue la lista de cuatro descubrimientos.)

El Diario de Reims, 8 de Mayo de 1846, dando cuenta de una sesión de la Academia de aquella ciudad, que tuvo lugar el día anterior, dice:

“M. Pinon da copia de diferentes cartas de los prefectos, que atestiguan todos ellos la excelencia de los procedimientos de M. Paremelle para descubrir los manantiales y corrientes de agua subterráneas; de un informe que dió á la Sociedad de Agricultura y de Comercio de Ruan

M. Girardin, profesor distinguido de química; de otro informe á la Sociedad de Agricultura de Seine y Oise, presentado por M. Huot, el continuador de Malte-Brun; un extracto del discurso del prefecto de Seine y Oise, en que se dice:

“Hoy que la experiencia ha confirmado la realidad del poder del abate Paramelle, no será por demás popularizar su ciencia en los pueblos rurales, y debe darse la mayor publicidad á los buenos resultados que ha obtenido. Los hechos son tan numerosos y tan acumulados, que ya no es permitido dudar de ellos. Se calcula como unos seis mil los manantiales descubiertos por este sabio hidróscopo en más de treinta departamentos.”

La *Gaceta de Metz*, 12 de Enero de 1848, da una lista de seis descubrimientos obtenidos en las cercanías de Rambervillers (Vosgos), y añade: “Hará como unos dos meses, que documentos oficiales anunciaban que el número de manantiales hallados en los Vosgos era de veinticinco. Este guarismo es hoy día mucho mayor, porque por una parte se tiene noticia de un número muy grande de descubrimientos posteriores á aquella época, y además es cierto que, ya sea por indolencia ó cualquier otro motivo, muchos alcaldes ó propietarios no se cuidan de

informar á la administración superior del buen resultado de sus exploraciones."

Además de los periódicos que acaban de citarse, tengo todavía en mi gabinete doscientos sesenta y cuatro números de diferentes diarios de Paris ó de los departamentos, que los redactores han tenido la extrema amabilidad de mandarme, ó que personas subscritas han tenido á bien remitirme: también me han hablado de otros cien artículos de diarios que no he visto. Todos ellos traen hechos análogos á los que se acaban de leer, ó expresan las mismas opiniones. Aquí doy fin á estas citas por no dar á este capítulo una extensión excesiva y fastidiosa.

Sin embargo, como para fijar al público sobre el valor de esta teoría no sería suficiente producir los testimonios que le son favorables, debo también hacer públicos los tres artículos de diarios en los cuales se le ataca, y son los únicos que hayan llegado á mi noticia.

1º *El Eco de Vésone*, diario de Périgueux, en el mes de Noviembre de 1833 publicó una carta que le había dirigido un abogado para señalar al público una excavación que había tenido mal resultado en una posesión de su cuñado, y para aconsejar á todos los propietarios que no se valiesen en adelante de mis indicaciones.

2º El *Sémaphore*, de Marsella, en los números de 3 y 4 de Julio de 1838, contiene una disertación sobre mis operaciones, en la cual un sabio, sin citar ni una de mis indicaciones que han tenido mal resultado, emprende probar que nunca he encontrado manantiales. Hé aquí en propios términos las aserciones que constituyen el fondo de este artículo: "*Estoy convencido de que (M. Paramelle) no descubre ningún manantial.... no es en manera alguna descubridor de manantiales.... yo establezco que M. Paramelle no descubre ningún manantial..., que no procede, ni con arreglo á la naturaleza de los terrenos, ni conforme á la dirección é inclinación de las capas....*" y estas conclusiones son llevadas hasta la evidencia de una demostración.

3º El *Eclaireur del Mediodía*, diario de Aviñón, Julio de 1842, publicó un artículo sobre los mágicos, los adivinos y los brujos, al fin del cual se lee lo siguiente:

"¿Qué pensáis del abate Paramelle? Yo creo que tiene conocimientos geológicos, porque con mucha frecuencia halla agua. Sería más exacto decir: *Tiene impresiones, convulsiones, sensaciones, visiones diabólicas.* M. Paramelle no es ni más hábil ni más brujo que los brujos ordinarios. La única diferencia es que toma más pre-

cauciones para ocultar *las señales diabólicas que recibe del maligno espíritu*. Cubre sus *procedimientos mágicos* con apariencias y un guirigay científicos."

Diferentes personas respondieron inmediatamente por el conducto de los diarios á estas tentativas de ataque, citando los buenos resultados que obtenían cada día mis indicaciones.

Por lo que á mí toca, jamás he dicho ni escrito una palabra para refutarlas, y pienso que sería de todo punto inútil que hoy lo hiciese.

Tales son los documentos en pro y en contra que puedo presentar por lo que respecta á los resultados de esta teoría. Todos conocen cuán vivo debe ser el sentimiento que tengo de no poder hacer ver con exactitud, por medio de certificaciones auténticas, todos los resultados, tanto buenos como malos, que he tenido; esto me hubiera ahorrado el disgusto de citar ciertos diarios que han querido mezclar en sus relaciones elogios que estoy muy distante de merecer.

Lo que hay de cierto es que, aun cuando se prescindiese enteramente de lo que han traído los periódicos y de los partes que se me han dado, y se quisiese estar estrictamente á los buenos y á los malos resultados justificados en la Prefectura del Lot; tomando el término medio

de los unos y de los otros, se halla que *los malos resultados forman, poco más ó menos, la duodécima parte de los buenos resultados*; lo que es mucho más de lo que prometí al Consejo general y hasta de lo que yo esperaba al comenzar.

Tal es en toda su sencillez la teoría sobre el *Arte de descubrir los manantiales*, que he aplicado durante la cuarta parte de un siglo en cuarenta departamentos, y que acabo de explicar lo mejor que he podido.

El que haga lo aplicación de ella y tenga buenos resultados en mayor escala, probará que la ha perfeccionado; y el que tenga buenos resultados en menor escala, probará que yo no he sabido explicarla, ó que él no ha sabido comprenderla.

CAPÍTULO XXXII.

MÉTODOS ANTIGUOS Y MODERNOS PARA DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

Después de haber visto los medios de descubrir los manantiales que acaban de explicarse, pienso que el lector tendrá deseo de conocer algunos de los métodos que los fontaneros anti-

guos y modernos nos han dejado, á fin de compararlos con éste y hasta servirse de algunos de ellos si los cree preferibles.

Vitrubio, que trabajaba por la gloria de Augusto, cuando hace ver en sus diez libros de arquitectura la perfección en que se hallaban las artes y las ciencias en el reinado de este Emperador, no olvida indicar los diferentes medios de que se servían entonces para descubrir los sitios donde había agua; y hé aquí lo que sobre ello dice en el libro VIII, capítulo I, según la traducción de Perrault:

“Para conocer los lugares en que hay agua es preciso, un poco antes de salir el sol, echarse á tierra boca abajo, teniendo la barba apoyada sobre la tierra en la que se busca agua y mirar á lo largo de la campiña; porque estando la barba asegurada de esta manera la vista no podrá elevarse más alto de lo que es necesario, sino que por precisión se extenderá á nivel; entonces, si se ve en algún punto que un vapor húmedo se eleva ondeando, allí deberá excavar, porque esto nunca sucede en los lugares donde no hay agua.

“Además, cuando se busca agua es preciso examinar la calidad de la tierra, porque hay ciertos lugares en donde se encuentra más abun-

dante, y el agua que se encuentra entre la grada nunca es abundante ni tiene buen gusto. Entre la arena movediza se halla en poca cantidad, y hasta es cenagosa y desagradable si se halla después de una excavación profunda. Dentro de la tierra negra es mejor cuando se reúne allí procedente de las lluvias de invierno que, habiendo atravesado la tierra, se detienen en los lugares sólidos y no esponjosos. La que nace en una tierra arenosa, semejante á la que hay á las orillas de los ríos, es también muy buena, pero no es abundante y los veneros no son ciertos. Estos son más ciertos y, sobre todo, muy buenos en arena menuda, en el casquijo y en el carbunclo. Dentro de la piedra roja son también muy buenas y muy abundantes las aguas, con tal que no se escapen por las junturas de las piedras. Al pie de las montañas, entre las rocas y los guijarros, son más abundantes, más frías y más sanas. En los valles son saladas, pesadas, tibias y poco agradables, á no ser que vengan de las montañas y sean conducidas por debajo de tierra hasta estos lugares, ó bien la sombra de los árboles les dé la dulzura agradable que se encuentra en las que salen del pie de las montañas.

“Además de lo que se ha dicho, hay otras se-

ñales para conocer los lugares en donde pueden encontrarse aguas, á saber: cuando hay junquitos, sauces que han nacido por sí mismos, alisos, sauzgatillos, cañas, yedra y todas las demás plantas que no nacen ni se crían sino en los lugares donde hay agua. Sin embargo, no debe uno fiarse de estas plantas si se las ve en los pantanos que, siendo lugares más bajos que el resto del terreno, reciben y reúnen las aguas pluviales que caen en los campos de los alrededores durante el invierno y la conservan mucho tiempo; pero si en los lugares que no son pantanos se hallan estas plantas naturalmente y sin que nadie las haya puesto allí, se puede buscar agua en esos lugares.

“En el caso de que falten estas señales, podría hacerse esta prueba. Habiendo hecho un hoyo en la tierra de tres pies de ancho y de cinco á lo menos de profundidad, se pondrá en el fondo, al ponerse el sol, un vaso de cobre ó de plomo, ó un barreño, porque esto es indiferente. Este vaso se unta de aceite por la parte de dentro, se pone boca abajo, se cubre el hoyo con cañas y hojas, y después con tierra. Si al día siguiente se hallan gotas de agua pegadas al interior del vaso, esto significa que el tal lugar tiene agua.

"O bien se pondrá un vaso de tierra no cocida, dentro de ese hoyo, que se cubrirá como queda dicho; si en tal lugar hay agua, el vaso estará sudoso y mojado por la humedad. Si se deja también en dicho hoyo un poco de lana y al día siguiente chorrea agua, será un indicio de que este lugar la tiene en abundancia.

"Si se encierra en dicho hoyo una lámpara llena de aceite y encendida, y al día siguiente no se halla del todo agotada, y el aceite y la torcida no están enteramente consumidos, ó bien la lámpara está mojada, esto significará que hay agua debajo de este lugar, porque el calor suave atrae á sí á la humedad.

"También puede hacerse otra prueba encendiendo fuego en este lugar, porque, si después de haber calentado mucho la tierra, se eleva un vapor espeso, es una señal que allí hay agua.

"Cuando se hubieren hecho todas estas pruebas, y se hallaren en cualquier lugar las señales que he dicho, deberá hacerse la excavación á modo de pozo: si allí se halla un manantial, deberán hacerse muchos otros pozos en todo el alrededor, y hacerlos reunir por medio de conductos subterráneos. Pero es preciso saber que conviene buscar las aguas principalmente en la pendiente de las montañas que miran al Norte,

y que allí precisamente se hallan, no sólo mejores, sino también más sanas y más abundantes, porque aquellos lugares no están expuestos al sol, como que están cubiertos de árboles muy espesos, y la pendiente de la montaña se hace sombra á sí misma: de lo que resulta, que los rayos del sol que recibe oblicuamente, no son capaces de desecar la tierra.

“También en los lugares huecos, que están á lo alto de las montañas, se acumula el agua de las lluvias, y los árboles que crecen en gran número, conservan allí la nieve durante mucho tiempo, la cual, derritiéndose poco á poco, se introduce insensiblemente por las venas de la tierra: esta agua es la que, al llegar al pie de las montañas, produce allí fuentes. Pero aquellas que salen del fondo de los valles, no pueden tener mucha agua, y aun si las tuviesen en abundancia no podría ser buena, porque el sol que calienta las llanuras sin que ninguna sombra se lo impida, cosume y agota todo el humor, ó á lo menos se lleva lo que es más ligero, más puro y más saludable, que se disipa en la vasta extensión del aire, y no deja más que las partes más pesadas, las más crudas y las más desagradables para las fuentes de las campiñas.”

Plinio conocía demasiado cuánto importa á

la comodidad de la vida tener buenas aguas, para que haya descuido dar los medios de hallarla en los lugares áridos. Por lo mismo no ha dejado de hablar de ello en su *Historia Natural* lib. XXXI, caps. XXI, XXII y XXVIII. El ha comprendido lo que Vitrubio, que le había precedido, escribió más extensamente. Hé aquí cómo habla, según la traducción de M. Ajasson de Grandsagne; París, librería de Pankoucke, 1833:

“Es del caso indicar aquí cómo se procede al descubrimiento de las aguas. Se las halla, sobre todo en los valles, ya sea en el punto de intersección de las pendientes diferentes, ya sea á los pies de las montañas. Muchos autores son de opinión que toda pendiente que mira al Norte abunda en aguas.

“Los indicios naturales del agua son el junco, las cañas ó la hierba que se ha nombrado más arriba, y en especial esas ranas que se hallan descansando sobre el vientre. El sauce errático, el chopo, el sauzgatillo, la caña terrestre, la yedra, unas vienen espontaneamente, y otras veces no se riegan sino por medios de lluvias que caen de los lugares altos á las partes bajas. Así es que muchas no dan sino indicios engañosos. Una señal menos problemática es aquella exha-

lación nebulosa que se deja ver de lejos antes de salir el sol, y que algunos observan desde un lugar elevado, echados boca abajo, y puesta la barba sobre el suelo. Sólo los prácticos conocen otro modo de apreciación, que consiste en observar, en lo fuerte del verano, y en las horas más abrasadoras del día, cuál es el lugar en donde los rayos del sol son reflejados con más vigor. Si, á pesar de la sequedad, el tal lugar se halla húmedo, puede inferirse la presencia del agua; pero la vista debe estar entonces tan fuertemente tendida, que uno sufre de los ojos. Para evitar este inconveniente, se acude á otros medios: se hace una excavación en la tierra, de una profundidad de cinco pies, se cubre después el agujero con un vaso de tierra sin cocer, ó de un barreño de cobre untado de aceite, y encima se pone una lámpara encendida que se encierra dentro de un nicho de ramas.

“Si se encuentra el vaso de tierra húmedo ó rajado, el vaso de cobre mojado, la lámpara apagada, sin que haya faltado aceite, ó la torcida mojada, estos son otros tantos indicios de agua. Algunos encienden un gran fuego sobre aquel lugar, y esto hace el experimento todavía más decisivo.

“La tierra indica la presencia de las aguas

cuando se halla salpicada de manchas, ya sean blancas, ya verdes. Raras veces fluyen aguas vivas y permanentes sobre una tierra negra, y la tierra de alfarero quita toda esperanza de hallarlas. Los que hacen pozos cesan la excavación cuando, al observar las diferentes capas, que son como las películas de la tierra, llegan de la tierra negra á la verde. En la arena, el agua se halla en poca cantidad y es cenagosa. El casquijo no da sino venas poco seguras; pero, por otra parte, son de un gusto excelente; la arena pura, la arena menuda, la toba dura, contienen siempre aguas permanentes y saludables. Las peñas del pie de las montañas y el sílex anuncian aguas sumamente frescas, pero es preciso que al hacer la excavación del terreno se encuentren capas cada vez más húmedas, y donde el hierro entre con más facilidad."

Casiodoro, ministro de Teodorico, rey de los ostrogodos, ocupado continuamente en que se administrase pronta y exacta justicia á los pueblos y en aliviarlos con la disminución de los impuestos, se aplicó con un cuidado particular á propagar la busca de los manantiales.

De Africa hizo venir á Italia un hombre que poseía conocimientos sobre el arte de descubrirlos; y dirigiéndole á un gobernador de provin-

cia que se le había pedido, le escribió una carta de recomendación, en la que dice:

"Si por los experimentos que se hagan, ve vd. que este hombre tiene tanta habilidad como dicen, cuide vd. de su subsistencia y costéele sus viajes á expensas de los fondos públicos: además, será bien recompensado si quisiere enseñar á alguno los secretos de su arte.

"Por lo tanto, que se trate á este fontanero con aquella distinción que es debida á todos los que ejercen artes útiles al público, á fin de que nadie pueda decir que durante mi administración se ha descuidado la más pequeña cosa de las que Roma ha podido apetecer para su comodidad y ornato."

Este ministro, á quien la posteridad ha dado el sobrenombre de *Grande*, y á quien *Le Beau* califica de *modelo de los ministros*, no se contentó con alentar por medio de favores á los que trabajaban en buscar manantiales, sino que se ocupó él mismo en hacer una colección de los indicios que, en el tiempo en que vivía, servían para hacerlos descubrir; hélos aquí:

"Se conjetura con fundamento que allí donde las hierbas tienen un verdor y los árboles una elevación notables, el agua no está muy distante. Se consideran como indicios favorables las

tierras que conservan humedad cerca de su superficie y mantienen un vigor extraordinario en ciertos vegetales, como, por ejemplo, los juncos, las cañas, los arbolitos acuáticos, los sauces, los álamos blancos y aun todos los árboles que adquieren una altura más que ordinaria.

“Si al anochecer se pone sobre tierra lana seca, sobre la cual se coloca un caldero boca abajo que se cubre de tierra, y á la mañana siguiente se halla la lana húmeda, es que hay agua allí cerca. Cuando por la mañana, después de salido el sol, ven los fontaneros bandadas de moscas pequeñas que revolotean cerca de la tierra y siempre en un mismo punto, infieren de allí que indudablemente hay agua debajo.

“Dicen también que en todos los parajes en donde se ve salir de tierra una pequeñita columna de humo, hay un manantial oculto, el cual es tanto más profundo, cuanto más elevada es la columna; y lo que es todavía más sorprendente es que, en vista de esta señal y de algunas otras, predicen la profundidad del manantial que se busca.

“También predicen el gusto de las aguas ocultas; por manera que, si han de hacer trabajos costosos, dejan de buscar aquellas que son malas, y se guardan bien de despreciar las que son

buenas. Pretenden que las aguas que salen de tierra á la parte de Levante ó Mediodía, son dulces, transparentes, ligeras y saludables; que las que salen de tierra á la parte del Norte y de Poniente, son demasiado frías, y que por su excesivo peso causan incomodidades." (*Casiodoro*, libro III, carta LIII.)

Paladio, Dupleix, Kircher, Belidor, Paulian, etc., entraron también en algunos detalles sobre las señales que pueden dirigir en la busca de las aguas subterráneas; pero casi no han hecho más que reproducir los indicios que se acababan de ver.

En la *Enciclopedia*, el artículo *Abreuver* (abreviar) resume todo lo que estos autores han escrito sobre el arte de descubrir los manantiales, y presenta todo lo que la ciencia de aquella época había podido añadir. Hé aquí los procedimientos que indica:

"1º Si echándose al suelo boca abajo un poco antes de salir el sol, con la barba apoyada sobre la tierra y mirando la superficie de la campiña, se ve que se elevan de algún punto vapores que ondean, se debe cavar allí sin temor alguno. La estación más á propósito para hacer esta prueba es el mes de Agosto.

"2º Cuando, después de salido el sol, se ven

como bandadas de moscas pequeñas que vuelan hacia la tierra, y en especial si vuelan constantemente sobre un mismo paraje, debe inferirse que debajo hay agua.

"3º Cuando uno tiene motivos de sospechar que hay agua en algún paraje, debe hacer allí un hoyo de cinco á seis pies de profundidad y tres pies de ancho, y poner en el fondo, al entrar la noche, un caldero boca abajo, cuyo interior esté untado de aceite: la entrada de esta especie de pozo se cierra con tablas cubiertas de hierba. Si al día siguiente se hallan gotas de agua pegadas á las paredes del caldero, es una señal infalible de que debajo hay un manantial. También puede ponerse debajo del caldero un poco de lana, la que, estrujándola, hará ver si el manantial es abundante.

"4º También tiene buen resultado el poner en equilibrio en este hoyo una aguja de madera que tenga en uno de sus extremos una esponja atada; si allí hubiere agua, la aguja perderá luego el equilibrio.

"5º Los parajes en que se ven con frecuencia ranas agachadas con el vientre á tierra, darán infaliblemente ramales de manantiales, como también aquellos en que hay juncos, cañas, menta silvestre, agrimonia, hiedra terrestre, apio palustre y otras hierbas acuáticas.

"6º Un terreno de greda produce poca agua y mala. En la arena movediza no se halla sino en pequeña cantidad. En la tierra negra, sólida y no esponjosa es más abundante. Las tierras arenosas dan buenas aguas y poco abundantes; lo son más en el sablón y en el casquijo, y son excelentes y abundantes en la piedra roja. Para conocer la naturaleza interior del terreno debe uno servirse de taladros. Si debajo de capas de tierra, de arena ó de casquijo se descubre un lecho de arcilla, de marga de tierra fina y compacta, luego se encuentra infaliblemente un manantial de hilos de agua.

"7º Al pie de las montañas, y entre las rocas y guijarros, los manantiales son más abundantes, más frescos, más sanos y más comunes que en toda otra parte, principalmente al pie de las pendientes que dan cara al Norte ó están expuestas al viento húmedo. Las montañas, cuya pendiente es suave y está cubierta de hierbas, encierran ordinariamente muchos ramales de agua; como también las que están divididas en pequeños valles, puestos los unos sobre los otros, la parte que mira al Este, al Nordeste ó al Oeste, es comunmente la más húmeda. Por lo demás, sólo los tontos pueden dejarse engañar por la varita adivinatoria, y sólo los fontaneros

supersticiosos ó charlatanes se atreven á emplearla."

En la misma obra, y en el artículo *Source* (manantial), se hallan los indicios siguientes: 1º, si por la tarde, en hora muy avanzada ó bien muy de mañana, cuando todo está tranquilo, se hace un hoyo en la tierra y se aplica allí el oído, ó la abertura más ancha de un embudo de papel y la más estrecha en la oreja; entonces, si hay alguna corriente de agua debajo de tierra en aquel punto ó allí cerca, y no está á una muy grande profundidad, se oirá fácilmente el murmullo que hace; pero si el agua está tranquila, este expediente no servirá de nada; 2º, hay otro indicio que el olfato puede suministrar, porque el que tenga el olfato fino puede, por la mañana ó por la tarde, cuando hay sequedad, distinguir un aire húmedo de otro que no lo es, sobre todo haciendo hoyos en varios parajes, y comparando entre sí estos diferentes aires.

"Pero el medio más seguro para hallar manantiales, es servirse del barreno. Parece desde luego que podrían omitirse los otros, siendo éste el mejor. Sin embargo, si se tiene presente lo que se ha dicho antes, que aunque la naturaleza del terreno sea tal como se requiere para contener manantiales, podría suceder que se traba-

jase todavía mucho tiempo antes de hallar alguno haciendo una excavación en la tierra; por esto, con mucha más razón no debe nadie servirse del barreno pura y simplemente; porque si un terreno no encierra manantiales vivos ó hilitos de agua que corran en un espacio reducido, ¿cómo sería posible hallarlos desde luego, sin una grande casualidad, con un instrumento que no hace más que un agujero de dos pulgadas de diámetro? Así, pues, antes de servirse del barreno, es preciso descubrir, por medio de los indicios precedentes, los puntos por donde pasan los manantiales vivos ó hilitos de agua; entonces, haciendo trabajar la sonda en aquel punto, puede uno estar seguro de que hallará agua después de alguna operación, sobre todo si es un hilito de agua que ocupa poco lugar; porque si hubiese allí algún depósito de un poco de extensión, no dejaría de hallarse á la primera tentativa."

En fin, hé aquí el resumen de todo lo que la ciencia de nuestros días ha podido añadir á los métodos que acaban de verse. En *El Globo* de 14 de Noviembre de 1848, se lee:

Manera de descubrir los manantiales subterráneos.

"Si durante el invierno, cuando la tierra está cubierta de nieve, observáis algún sitio donde

la nieve no puede subsistir, ó bien los céspedes se abren paso á través de la nieve; si en un tiempo seco y sereno advertís en el mismo sitio y en el mismo tiempo una especie de vapor, poned en dicho lugar una estaca á fin de hacer pesquisas más tarde, porque es probable que allí hallaréis agua.

“A la primavera observad los sitios donde la nieve se derrite más aprisa, donde el verdor aparece antes que en otros y es más subido, y si las aves de invierno van á agruparse en dichos puntos, creed que hay allí un manantial.

“El rocío en los alrededores de los lugares en que no lo hay habitualmente, la presencia de la escarcha al fin de la estación sirven igualmente de indicio.

“En el verano, cuando todas las plantas se marchitan y se ponen amarillas, ved si halláis algún paraje más favorecido que presente un aspecto más risueño y una vegetación más viva; y entonces tened confianza de encontrar agua en aquel paraje.

“Si en los campos arrojan los trigos mucha hierba, si producen tallos sin hacer grano, si los renuevos más verdes son más pequeños y más delicados, y si cortando esta hierba vuelve luego á brotar, puede también esperarse hallar agua en tales sitios.

“La presencia de ciertas plantas y de ciertos árboles que quieren la humedad, y que se mantienen lozanos en un terreno que parece no deberles convenir, indica también un manantial subterráneo. La presencia del álamo blanco, del sauce, de los mimbres, de los juncos, de las cañas, de la menta cataria, de la agrimonia silvestre, de la hiedra terrestre, del trébol de agua; en fin, si las plantas que viven más habitualmente en los pantanos, viven fácilmente en otros lugares, son otros tantos indicios de haber allí agua.

“Los parajes en donde por la mañana antes de salir el sol ó después de puesto en una tarde serena, observáis vapores húmedos y azulados mirando el horizonte echados á tierra, ó bien vapores que se elevan en ciertos puntos, ó bien sitios mojados del rocío con más particularidad, indican también la presencia del manantial subterráneo.

“Otras indicaciones generales conducen también al descubrimiento de aguas subterráneas. por ejemplo, si la tierra donde se cava es más húmeda en un lugar que en otro; si uno ve que se reúne un poco de agua cuando se descansa un momento; si se halla arcilla azul ó plástica, situada á más ó menos profundidad, puede es-

perarse encontrar agua debajo de esta arcilla. En los países donde el terreno es granítico, después de una capa de arenilla movediza se halla arcilla, y debajo de ésta se encuentra casi siempre agua.

“Las pesquisas que se hacen en tiempos de calor son las más útiles, porque indican los manantiales que están menos dispuestos á agotarse con la sequedad.

“Varios autores han aconsejado diferentes medios de ensayo. Bélidor quería que se cavase la tierra á la profundidad de algunos pies, que se bajase allí dentro una campana de vidrio ó de metal, en cuyo fondo se pusiese una esponja ó un poco de lana, y, según los casos de humedad que presentan estos cuerpos, se puede inferir la presencia de un manantial.

“Otros han aconsejado colocar sobre un eje, al anochecer, en tiempo de verano, y á cosa de un metro de la tierra, una aguja de 1^m50 de largo y de 0^m01 de ancho y de grueso, hecha de un trozo de tilo bien seco, y dejarla allí hasta el día siguiente. El costado que está más hinchado, es el que indica la presencia del agua.”

FIN.

ÍNDICE.

ARTE DE DESCUBRIR MANANTIALES.

	Páginas.
Capítulo I.—Eminencias de la tierra.....	4
Capítulo II.—Depresiones de la tierra.....	8
Capítulo III.—Estructura interior de la tierra.....	12
Capítulo IV.—Terrenos no estratificados.....	20
Capítulo V.—Terrenos estratificados.....	28
Los asperones.....	30
Las calizas.....	34
Durezas de las rocas.....	40
Terrenos de diferentes comarcas.....	41
Especies de terrenos del departamen- to del Lot.....	42
Capítulo VI.—Examen de las alturas.....	46
Capítulo VII.—Examen de las vertientes.....	52
Capítulo VIII.—Examen de las llanuras bajas.....	59
Capítulo IX.—Examen de las corrientes de agua.....	67
Capítulo X.—Lo que debe entenderse por la palabra -manantial.....	75
Capítulo XI.—Opiniones erróneas sobre el origen de los manantiales.....	81
Capítulo XII.—Respuestas á las opiniones sobre el ori- gen de los manantiales.....	91
Primera cuestión. ¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?....	93

Segunda cuestión. ¿Puede el agua del mar subir hasta los manantiales que salen de la tierra en todas alturas, desde un metro hasta muchos millares de metros?.....	98
Tercera cuestión. Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra, y producir manantiales de agua dulce?	105
Capítulo XIII.—El verdadero origen de los manantiales	109
Cantidad de agua que se eleva en vapores	112
Las nubes.....	114
La lluvia.....	116
La neblina fría (Bruine).....	118
Las nieblas (Brouillards).....	119
El rocío (Rosée).....	120
La nieve (Neige).....	123
El granizo (Grêle).....	124
La escarcha (Gelée blanche).....	126
Otra especie de escarcha (Gives ó Grima)	127
Cantidad de agua que producen los meteoros.....	129
Capítulo XIV.—Formación de los manantiales.....	138
Capítulo XV.—Líneas que siguen los manantiales debajo de tierra.....	160
Capítulo XVI.—Puntos en que deben hacerse las excavaciones	176
Puntos en que los manantiales tienen menos profundidad.....	177
Puntos en que los manantiales tienen la mayor abundancia de agua.....	183

	Páginas.
Manantiales sobre las montañas.....	189
Manantiales en las vertientes.....	195
Errores de óptica que deben evitarse..	207
Examen de los manantiales que por sí mismos salen de tierra.....	208
Capítulo XVII.—Medios para conocer la profundidad de un manantial	220
Capítulo XVIII.—Medios para conocer el volumen de un manantial	229
Capítulo XIX.—Terrenos favorables para descubrir los manantiales	232
Terreno toboso.....	239
La molasa	241
Capítulo XX.—Terrenos desfavorables para descubrir los manantiales.....	243
Terrenos calcáreos que tienen hoyos (Bétoires)	244
Terrenos calcáreos cavernosos.....	252
Terreno calcáreo celular.....	259
La dolomia.....	261
Capítulo XXI.—Terrenos volcánicos desfavorables á los manantiales.....	263
Las cenizas y las arenas.....	266
Las corrientes (coulées).....	266
Los basaltos.....	267
Las traquitas	268
Capítulo XXII.—Terrenos friables, desfavorables á los manantiales.....	270
La arcilla.. ..	271
La greda.....	273
La marga.....	279
Terreno clismiano.....	282
Capítulo XXIII.—Terrenos privados de agua con mo-	

tivo de su disposición ó desagrega- ción	287
Hundimiento de terrenos.....	289
Derrumbamientos y escurrimientos de terrenos.....	293
Arcilla Wallérius	301
Capítulo XXIV.—Manantiales minerales, termales é intermitentes	305
Manantiales minerales.....	307
Manantiales termales.....	309
Manantiales intermitentes é interca- lares.....	314
Capítulo XXV.—Manantiales de agua potable y ma- nantiales de agua impotable.....	328
Caracteres de las aguas potables.....	328
Caracteres de las aguas impotables...	330
Capítulo XXVI.—Manantiales cuyas aguas se entur- bian, y medios de clarificarlas.....	329
Filtración de las aguas cenagosas.....	341
Filtros de piedra.....	342
Filtros de tela de algodón.....	346
Capítulo XXVII.—Trabajos que deben hacerse para po- ner los manantiales á descubierto.	349
Conducción de un manantial fuera de tierra.....	351
Las fuentes.....	364
Los pozos.....	366
Máquinas para sacar el agua de los pozos.....	372
Avisos generales concernientes á las fuentes y á los pozos.....	377
Los pozos artesianos.....	380
Capítulo XXVIII.—Manantiales cuya aparición es tar-	

día, y casos en que las indicaciones no tienen un buen éxito.....	388
Casos en que las indicaciones no tie- nen un buen suceso.....	390
Capítulo XXIX.—Medios de suplir la falta de manan- tiales	399
Pozos de filtración.....	402
Pozos á la orilla de las corrientes de agua	404
Las cisternas	406
Las charcas	413
Capítulo XXX.—Origen y progreso de esta teoría.....	415
Capítulo XXXI.—Manantiales hallados siguiendo esta teoría.....	456
Capítulo XXXII.—Métodos antiguos y modernos para descubrir los manantiales.....	480
Manera de descubrir los manantiales subterráneos	495

ONIA DE NUEVO LEÓN

DE BIBLIOTECAS