

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 UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Méx. 1825 MONTERREY, MEXICO

---

## 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 hiletos 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*.<sup>1</sup> Cuando las dos laderas se componen de terrenos no estratificados, los hiletos 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-

<sup>1</sup> 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 voco permeables de los terrenos no estratificados.

Siendo generalmente poco considerable la anchura de las colinas, son de ordinario poco importantes los hiletos de agua que cada mitad envía hacia el fondo de su vallecito: pero recogiendo el *thalweg* del vallecito todos los hiletos 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, salvo 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*<sup>1</sup> 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 venticos y veneros siguen debajo de tierra las mismas líneas que las aguas de la superficie.<sup>2</sup> 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 natura, 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.<sup>1</sup> 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 indubitablemente 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 Casini, 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 coraplumas 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; <sup>1</sup> en otros parajes, las lluvias poco abun-

<sup>1</sup> 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 casajos 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.