

“Cuando se hace pasar una corriente de ácido carbónico en una disolución acuosa de jabón, se descompone, se enturbia, se pone lechosa y pierde la propiedad de dar espuma por la agitación. Si se recoge en un filtro el precipitado formado, se ve que tiene las propiedades de un jabón con exceso de ácido graso. Soluble en el alcohol caliente, le comunica la propiedad de enrojecer ligeramente el papel de tornasol; puesto en contacto con el éter, no se disuelve, pero le cede una parte de su ácido; insoluble en el agua fría, se divide en el agua hirviendo y la vuelve lechosa.

“Abandonado el líquido jabonoso descompuesto por el ácido carbónico, se regenera lentamente y recobra la propiedad de formar espuma por la agitación. Calentado, desprende ácido carbónico, se vuelve trasparente y vuelve al estado de disolución jabonosa.

“Una corriente de ácido carbónico descompone el jabón disuelto en el agua, en jabón con exceso de ácido y en bicarbonato de sosa. Un equivalente de ácido carbónico corresponde exactamente en esta reacción á un equivalente de jabón. Pero no es así como las cosas pasan cuando se vierte poco á poco en el agua ligeramente cargada de ácido carbónico la disolución alcohólica de jabón que forma el líquido hidrotimétrico. La cantidad de este reactivo neutralizado por el ácido carbónico, representa solamente un equivalente de jabón por dos equivalentes de ácido carbónico. Esta diferencia en la acción del ácido carbónico sobre el jabón, según que atraviesa al estado de corriente, una agua jabonosa más ó ménos concentrada, ó que disuelta en el agua está en contacto poco á poco con el líquido hidrotimétrico, es un hecho curioso, pero que sin embargo, se explica, cuando se consideran las condiciones muy diferentes en que se producen los fenómenos. Si se valorizan calculando, según esta observación, la relación que existe entre el líquido hidrotimétrico y el ácido carbónico, los grados del hidrotímetro que corresponden á una disolución de ácido carbónico, conteniendo un volumen de este gas, se ve que 40 centímetros cúbicos ó $\frac{1}{25}$ por litro de esta disolución, deben exigir 218 divisiones ó grados de reactivo

hidrotimétrico. En efecto, el peso de un litro de ácido carbónico, siendo 1^{grm}.974, y disolviendo el agua un volumen igual al suyo, en un litro de agua saturada de este gas, se encuentra necesariamente 1^{grm}.974. Pero siendo el equivalente del ácido carbónico 275, y el del cloruro de calcio 693, es evidente que 1^{grm}.974 de cada ácido equivale á $1^{\text{grm}}.974 \times \frac{693}{275} = 4^{\text{grm}}.97$ de cloruro de calcio.

“Por otra parte, la disolución normal de cloruro de calcio á 22° conteniendo por litro 0^{grm}.25 de esta sal, la disolución de ácido carbónico que equivaldría á una disolución de cloruro que contuviera 4^{grm}.97 por litro, debería exigir:

$22^{\circ} \times \frac{4.97}{0.25} = 437^{\circ}3$; pero como dos equivalentes de ácido carbónico neutralizan un equivalente de jabón, es preciso tomar solamente la mitad de 437°3, es decir, 218°6 para representar el grado hidrotimétrico de una disolución saturada de ácido carbónico, ó sea cargada de un volumen igual al suyo de este gas. El cálculo demuestra que el líquido hidrotimétrico debe ser un reactivo muy sensible para el ácido carbónico en disolución en el agua, puesto que basta que una agua contenga $\frac{1}{100}$ de su volumen de este ácido para acusar $\frac{218.6}{100}$, ó sean 2°186, ó 2°19 en el hidrotímetro.

“La experiencia nos ha demostrado, en efecto, que una disolución de ácido carbónico al décimo de su volumen exigía 21°5 de líquido hidrotimétrico; que una disolución al vigésimo exigía 11°, y otra al décimosexto, 14°, lo que está conforme exactamente con el cálculo. Debemos notar, sin embargo, que la reacción del ácido carbónico sobre el líquido hidrotimétrico es ménos pronta que las de las bases terrosas, y que las determinaciones del ácido carbónico reclaman una atención particular.

“Resulta de lo que precede, que cuando se somete á prueba del hidrotímetro una agua que contiene ácido carbónico libre, una parte del reactivo hidrotimétrico es neutralizada por el ácido carbónico, de manera que su grado no representa solamente las sales de cal y de magnesia, sino también el ácido carbónico libre que las acompaña: la presencia y las proporciones variables de este gas perturbarían, pues, la exactitud de los resulta-

dos, si no fueran tomadas; pero es posible tenerlas en cuenta, siguiendo la marcha que vamos á describir, para el análisis de las aguas dulces. Sin embargo, ántes de exponer la marcha general nos queda dar á conocer el procedimiento que hemos aplicado á la determinacion del ácido sulfúrico y del cloro que se encuentran frecuentemente en las aguas dulces en combinacion con las bases; éste consiste en lo siguiente:

“Se determina primero el grado hidrotimétrico del agua al estado natural; se pone en seguida á una ebullicion de 30 minutos en un matraz marcado, cierta cantidad de esta misma agua, se deja enfriar, se restablece el nivel del agua hervida con destilada, se agita para hacer una mezcla exacta y se toma el grado hidrotimétrico. En esta agua que la ebullicion ha despojando del ácido carbónico y del carbonato de cal, es en donde se busca la proporcion de ácido sulfúrico y de cloro que se encuentra al estado salino. Si su grado hidrotimétrico es 16, por ejemplo, se toman 40 centímetros cúbicos de esta agua, se le agrega el equivalente de 16° de nitrato de barita, es decir, $\frac{8}{10}$ de centímetro cúbico de una disolucion titulada de esta sal, representando 20° por 1 centímetro cúbico; se obtiene de este modo un líquido que representa 32° hidrotimétricos, de los cuales 16° son de barita; pero la reaccion del ácido de los sulfatos contenidos en el agua sobre la barita, produce un depósito del sulfato de barita, que hace bajar este grado proporcionalmente á la cantidad de esta sal que se ha formado; y en efecto, si despues de haber dejado precipitar y haber filtrado el líquido se toma su grado, se reconoce que ha descendido á 20° por ejemplo: ha tenido, en consecuencia, una pérdida de 12° que representa 12° de ácido sulfúrico ó de sulfato.

“Para determinar el cloro de los cloruros, se sigue exactamente la misma marcha que para el ácido sulfúrico, sustituyendo una disolucion neutra y titulada á 20° de nitrato de plata, á la solution de nitrato de barita. Estas disoluciones se componen, para el nitrato de barita, de 2^{grm}.14 de nitrato para 100 gramos de agua, y para el nitrato de plata de 2^{grm}.77 de esta sal para la misma cantidad de agua.

“Obtenido por estas experiencias el número de grados hidrotimétricos correspondientes al ácido sulfúrico ó al cloro, se deducen las proporciones de estos cuerpos, multiplicando por este número el equivalente en ácido sulfúrico ó en cloro, de un grado hidrotimétrico, segun la tabla siguiente:

Tabla de los equivalentes en peso de un grado hidrotimétrico por un litro de agua.

Cal.....	1° = 0 ^{grm} .0057
Cloruro de calcio..	1° = 0 0114
Carbonato de cal.....	1° = 0 0103
Sulfato de cal.....	1° = 0 0140
Magnesia.....	1° = 0 0042
Cloruro de magnesia.....	1° = 0 0090
Carbonato de magnesia.....	1° = 0 0088
Sulfato de magnesia.....	1° = 0 0125
Cloruro de sodio.....	1° = 0 0120
Sulfato de sosa.....	1° = 0 0146
Ácido sulfúrico.....	1° = 0 0082
Cloro.....	1° = 0 0075
Jabon á 50 por 100 de agua.....	1° = 0 1061
Ácido carbónico.....	1° = 0 ^{lit.} 005

“La exposicion que precede de las aplicaciones del hidrotimetro al análisis de las aguas, demuestra que este aparato basta para apreciar no solamente las proporciones de cal y de magnesia que contienen, sino tambien las de carbonato de cal que se precipita por una ebullicion prolongada, y las del ácido carbónico libre y de los sulfatos y cloruros que se encuentran en ellas: falta dar á conocer los aparatos que deben emplearse, y la marcha general que debe seguirse para hacer un análisis hidrotimétrico.

Instrucciones sobre el empleo del hidrotímetro para determinar la composición de las aguas de manantiales y de ríos.

“Los ensayos hidrotimétricos se practican por medio de un frasco marcado á 10, 20, 30 y 40 centímetros cúbicos, y de una bureta graduada que hemos designado con el nombre de hidrotímetro.

“Cada ensaye necesita 40 centímetros cúbicos ó 40 gramos de agua que se miden en el mismo frasco.

“El hidrotímetro está graduado de tal manera, que la marca circular puesta en el vértice del instrumento, es el límite que el reactivo debe tocar para estar cargado.

“La division comprendida entre esta señal circular y el 0°, representa la porcion del líquido necesario para producir el fenómeno de la espuma con el agua destilada pura.

“Los grados que siguen al 0, ó primera division, son los grados hidrotimétricos. La composición del reactivo ha sido calculada de manera que cada grado representa 0^{grm}.1 de jabon neutralizado por litro de agua sometido á la experiencia, y corresponde, sea á 0,0114 de cloruro de calcio, sea á 0^{grm}.01 de carbonato de cal para la misma cantidad de agua.

“El grado hidrotimétrico de una agua indica, pues, inmediatamente la proporción de jabon que neutraliza por litro y la medida de su pureza.

“El hidrotímetro, útil para clasificar las aguas segun su pureza, sirve tambien para hacer hasta ciertos límites un análisis.

“Una caja de análisis hidrotimétrico se compone de lo siguiente:

- 1º De un hidrotímetro;
- 2º De un frasco de ensaye de 60 centímetros cúbicos de capacidad y señalado á 10, 20, 30 y 40 centímetros cúbicos, por medio de líneas circulares;
- 3º De un frasco de líquido hidrotimétrico, que ántes de em-

plearlo debe rectificarse su *título*, por medio de una disolucion normal de cloruro de calcio ó de nitrato de barita;

4º De un frasco de agua destilada;

5º De otro de una disolucion de oxalato de amoniaco al sexagésimo;

6º De un frasco de nitrato de barita titulado á 20° por un centímetro cúbico;

7º De una pipeta dividida en décimos de centímetro cúbico;

8º De un matraz marcado por una señal circular en la base de su cuello;

9º De una lámpara de alcohol con recipiente para tener el matraz sobre la lámpara;

10º De un embudo de cristal;

11º De un tubo agitador;

12º De un termómetro para tomar la temperatura del agua.

“Se puede agregar un frasco con una solución de nitrato de plata titulado á 20° por un centímetro cúbico.

Determinacion del grado hidrotimétrico de las aguas.

Ensayes preliminares.

“Cuando se quiere ensayar una agua cualquiera, se debe, ante todo, comenzar por tomar una pequeña cantidad (20 á 25 gramos por ejemplo) en una copa, y se vierte un centímetro cúbico de reactivo jabonoso. Si despues de algunos instantes de agitacion por medio de un agitador, el agua toma un tinte opalino sin dar precipitados grumosos, se puede hacer el ensaye sin ocurrir á la dilucion por medio del agua destilada, como para este caso lo vamos á indicar.

“Si, por el contrario, el agua sometida á este experimento preliminar produce *grumos*, se debe inferir que está muy cargada de sales de cal y de magnesia para que se pueda ensayar tal como es, y que es preciso mezclarla con agua destilada, de manera que se rebaje á un grado hidrotimétrico inferior á 30 grados. Se agrega una, dos ó mayor número de veces su volúmen de agua

destilada, segun que es más ó ménos impura, y esta adición se practica fácilmente por medio de un frasco de ensaye marcado de 10 en 10 centímetros cúbicos, hasta 40 ó mayor todavía, por medio de una pipeta exactamente graduada. Cuando la mezcla se hace en proporciones convenientes, se puede analizar con seguridad; pero se debe tener cuidado de contar el doble, triple ó cuádruple del grado observado, segun que se haya añadido 1, 2 ó 3 volúmenes de agua destilada.

“Sucede algunas veces que el agua destilada no es perfectamente pura y que necesita más de una division del reactivo hidrotimétrico para dar una espuma persistente; así es que, cuando se debe mezclar en porciones más ó ménos grandes con el agua que se quiere ensayar, importa rectificar previamente el grado que tenga. Es fácil de comprender, en efecto, que si una agua destilada, en lugar de dar una espuma persistente á 0°, y de neutralizar solamente una division del líquido hidrotimétrico, neutraliza 2 ó 3, aumentaria al agua que se analiza uno ó dos grados que no le pertenecen realmente; y que este error, multiplicado por el número de volúmenes empleados de agua destilada, perjudicaria singularmente á la exactitud de los resultados. Esta observacion es de grande interes. Otra harémos tambien que se refiere al líquido hidrotimétrico mismo. Este líquido, cuyo título exacto es la condicion fundamental de los ensayes hidrotimétricos y la garantía de sus resultados, puede tener modificaciones con el tiempo, como todas las preparaciones análogas, y ofrecer variaciones dependientes del cuidado que se ponga en su preparacion para evitar estas causas de error; cuando se trata de experimentos que necesitan una perfecta exactitud, es necesario, ántes de emprender una serie de análisis, rectificar su título por medio del líquido *normal* compuesto de 0^{gramos} 25 de cloruro de calcio fundido, ó mejor de 0^{gramos} 59 de nitrato de barita por litro de agua destilada perfectamente pura, recordando que este líquido normal debe marcar 22°. Al tomar el grado hidrotimétrico de una agua, el calor de la mano que tiene la bureta puede dilatar el reactivo y cambiar el resultado del ensaye. Para evitar este inconveniente es útil tomar

la bureta con una pinza de madera, como lo aconseja M. Peligot.

ENSAYE.

“Para ensayar una agua se miden 40 centímetros cúbicos en el frasco marcado, y se vierte poco á poco el líquido hidrotimétrico contenido en la bureta, examinando de tiempo en tiempo si agitando el líquido se produce una espuma ligera y persistente. Esta espuma debe formar en la superficie del agua una capa regular de más de medio centímetro de altura y sostenerse por lo ménos diez minutos sin apagarse. El grado que se lee en el hidrotímetro cuando se llega á obtener esta espuma, es el grado hidrotimétrico del agua examinada.

“No se debe anotar este grado sino despues de haber esperado el momento en que el líquido adherente á las paredes internas de la bureta se haya escurrido, y esté perfectamente fijo su nivel ó *menisco*.

“Este grado indica:

1º El número de decigramos de jabon que el agua neutraliza por litro;

2º La medida de su pureza ó el lugar que ocupa en la escala hidrotimétrica. Sea 20° el grado observado; resulta que un litro de agua ensayado neutraliza 20 decigramos ó 2 gramos de jabon, y que esta agua lleva por número de órden 20° en la escala hidrotimétrica.

Determinacion del ácido carbónico y de las sales de cal y de magnesia contenidas en las aguas de manantiales y de rios.

“Esta determinacion solamente requiere cuatro operaciones sucesivas y demanda de 400 á 500 gramos de agua.

La primera operacion consiste en tomar el grado hidrotimétrico del agua al estado natural;

La segunda en tomar el grado despues de haber precipitado la cal por medio del oxalato de amoniaco;

La tercera en tomar el grado despues de haber eliminado por la ebullicion el ácido carbónico y el carbonato de cal;

La cuarta en tomar el grado despues de haber precipitado por el oxalato de amoniaco las sales de cal que no han sido separadas por la ebullicion.

“Se procede del modo siguiente:

“Despues de haber fijado el grado hidrotimétrico del agua natural, se mide por medio del frasco de ensaye una nueva cantidad de agua igual á 50 centímetros cúbicos, y se le agregan 2 centímetros cúbicos de disolucion de oxalato de amoniaco al sexagésimo (agua destilada 59 gramos, oxalato de amoniaco 1 gramo).

“Se agita fuertemente el líquido por medio de un tubo y se abandona durante media hora; se filtra despues, y ya no contiene sales de cal; se miden 40 centímetros cúbicos y se toma el grado.

“Por otra parte, se llena con el agua que se quiere analizar el matraz hasta su marca circular, se hierve suavemente durante media hora por medio de la lámpara de alcohol para desprender el ácido carbónico y precipitar el carbonato de cal; se deja enfriar completamente; se repone el volúmen primitivo del agua hervida, agregando agua destilada hasta el nivel ó menisco de la señal circular, despues de haber cerrado el matraz por medio de un tapon, se agita el agua con el depósito que se ha formado; en fin, se filtra y se toma el grado de 40 centímetros cúbicos de esta agua filtrada.

“En último lugar: se toman 50 centímetros cúbicos de esta misma agua hervida y filtrada, y se agregan 2 centímetros cúbicos de oxalato de amoniaco, que elimina la cal que la ebullicion no ha precipitado al estado de carbonato. Se agita con el tubo, se deja reposar, se filtra y se toma el grado de 40 centímetros cúbicos del líquido filtrado.

“Supongamos que se haya encontrado:

- | | |
|--|-------|
| 1º El grado hidrotimétrico del agua al estado natural..... | = 25° |
| 2º El grado del agua precipitada por el oxalato de amoniaco..... | = 11° |

3º El grado del agua hervida y filtrada..... = 15°

4º El grado del agua hervida, filtrada y precipitada por el oxalato de amoniaco..... = 8°

“Se debe hacer una correccion al tercer resultado, para tener cuenta del carbonato de cal, que en razon de su solubilidad en el agua, no ha sido precipitada por la ebullicion. Esta correccion consiste en restar 3° de la cifra observada, es decir, en el ejemplo presente, 3° de 15° igual á 12°.

“El carbonato de cal, siendo un poco soluble en el agua, ésta retiene á la temperatura ordinaria una cantidad no despreciable. M. Peligot, cuya habilidad y exactitud son reconocidas, la valúa en 0^{grm}.02 por litro, empleando el mármol en polvo ó el carbonato de cal artificial. Ensayando con el hidrotímetro una disolucion de carbonato de cal, que hemos descompuesto por una ebullicion prolongada y filtrada, hemos observado que marcaba sensiblemente 3° que representan 0,03 de carbonato de cal por litro. Se puede admitir que en las condiciones de práctica en que hemos debido colocarnos, el agua retiene una cantidad de carbonato de cal superior á aquella que puede disolver cuando debe vencer la cohesion del mármol pulverizado; hemos admitido que las aguas cargadas de bicarbonato de cal retenian 0^{grm}.03 de carbonato por litro despues de la ebullicion prolongada, y hemos fijado segun este número la correccion de que se trata.

“Hecha esta correccion, se deben interpretar los cuatro diferentes datos obtenidos del modo siguiente:

1º El primero, 25°, representa la suma de las acciones producidas en el jabon por el ácido carbónico, el carbonato de cal, las diversas sales de cal, y las sales de magnesia, contenidas en el agua analizada.

2º El segundo, 11°, representa las sales de magnesia y el ácido carbónico que quedaron en el agua despues de la eliminacion de la cal; por consecuencia, 25° — 11° = 14° representan las sales de cal.

3º El tercero, 15°, reducidos á 12°, despues de la correccion, representa las sales de magnesia y las sales de cal, diferentes del

carbonato. $25^\circ - 12^\circ = 13^\circ$ representan, por consecuencia, el *carbonato de cal* y el *ácido carbónico*.

4º El cuarto, 8° , representa *las sales* de magnesia contenidas en el agua, y que no han podido precipitarse, ni por la ebullición, ni por el oxalato de amoniaco.

“Las sales de cal y de magnesia, estando representadas las primeras por 14° , las segundas por 8° y el conjunto por 22° , es evidente que de los 25° del agua al estado natural, quedan 3° para el *ácido carbónico*.

“En resúmen, se puede inferir de las observaciones precedentes:

- | | |
|---|-----|
| 1º Que el ácido carbónico, las sales de cal y de magnesia contenidas en un litro de agua examinada equivalen á..... | 25º |
| Que, por consecuencia, un litro de esta agua neutraliza 25 decigramos 2 ^{grm} .50 de jabon. | |
| 2º Que las sales de cal equivalen á..... | 14º |
| 3º Que las sales de magnesia equivalen á..... | 8º |
| 4º Que el ácido carbónico equivale á..... | 3º |
| 5º Que el ácido carbónico equivalente á 3° , el carbonato de cal y el ácido carbónico reunidos, equivaliendo á 13° , el carbonato de cal equivale á $13^\circ - 3 =$ | 10º |
| 6º Que las sales de cal en totalidad, equivaliendo á 14° y el carbonato de cal á 10° , el sulfato de cal ó las sales de cal, otros que el carbonato equivalen á $14^\circ - 10^\circ =$... | 4º |

“Se ve que el agua examinada contiene:

- | | |
|---|-------|
| 1º Ácido carbónico..... | 3º |
| 2º Carbonato de cal..... | 10º |
| 3º Sulfato de cal ó sales de cal diferentes del carbonato | 4º |
| 4º Sales de magnesia..... | 8º |
| | <hr/> |
| | 25º |

“Por medio de la pequeña tabla de la página 415, que indica el equivalente de un grado hidrotimétrico para un litro de agua de cierto número de cuerpos, es fácil traducir estos grados en pesos para las sales y en volúmen para el ácido carbónico. Basta para esto multiplicar el número de los grados observados para cada cuerpo en particular, por el número correspondiente á 1° hidrotimétrico de este cuerpo.

“En el caso particular que hemos elegido, suponiendo que la cal se encuentre en el agua al estado de carbonato y de sulfato, y la magnesia al estado de sulfato, se ve que el agua analizada debería contener:

Ácido carbónico libre....	$3^\circ = 3 \times 0^{\text{m}}.005 =$	$0^{\text{m}}.015$
Carbonato de cal.....	$10^\circ = 10 \times 0.0103 =$	0.103
Sulfato de cal.....	$4^\circ = 4 \times 0.0140 =$	0.056
Sulfato de magnesia.....	$3^\circ = 8 \times 0.0125 =$	0.100
		<hr/>
		0.259

“Es de notar que la proporción de ácido carbónico libre contenido en las aguas dulces siendo muy pequeña, que un grado de carbonato de cal equivaliendo á $0^{\text{grm}}.01$ de esta sal, y que los números proporcionales de esta sal y de los sulfatos de cal y de magnesia, no siendo muy diferentes los unos de los otros, el grado hidrotimétrico de una agua representa aproximadamente, en general, el peso en centigramos de las sales terrosas contenidas en un litro de esta agua, de suerte que, si por ejemplo, el grado hidrotimétrico de una agua es de 25° , se puede presumir *a priori*, que el peso de las sales terrosas que contiene no debe alejarse mucho de 0,23 á 0,25. Esta preciosa coincidencia ha sido comprobada en gran número de análisis. En el estudio anterior se obtiene 0,259 para el peso de las sales terrosas contenidas en una agua á 25° .

“Si se quieren encontrar las proporciones de sulfatos ó de cloruros, se ocurrirá á los medios mencionados ya para la determinación del ácido sulfúrico ó del cloro.”

Sin este método de los Sres. Boutron y Boudet, no nos hubiera sido posible emprender en tan corto tiempo el análisis comparativo de las aguas, desde las de lluvia y los deshielos del Popocatepetl, que son las más ligeras, hasta las más calcáreas del Peñon de los Baños, que tiene 98° hidrotimétricos; no habríamos podido decir con la seguridad que hoy lo afirmamos, que el agua delgada que surte á la capital, reconocida como la mejor, es la más insalubre. Por fortuna la ciudad de México dispone de preciosos recursos, ignorados hasta hoy, en las magníficas aguas que puede hacer venir fácilmente de los manantiales abundantísimos de las orillas del lago de Xochimilco y que puede aumentarse el caudal de las de Chapultepec, ampliándolas por medio de convenientes excavaciones.

Pocos países tienen la fortuna de disponer de tan ricos y providenciales elementos de vida; los ríos que dan las aguas potables de Europa y de las más populosas ciudades de América, arrastran en su curso materiales calcáreos, orgánicos y también organizados, tan peligrosos para la propagación de las epidemias y que perjudican por sus elementos fermentescibles, á un gran número de aplicaciones domésticas de las aguas potables.

FÓRMULAS PRÁCTICAS DE LA HIDRÁULICA

PARA DETERMINAR

El volúmen de agua que lleva una corriente y cuyo conocimiento es indispensable á un geólogo.

Apuntes formados por el Ingeniero D. Miguel Iglesias.

De muchas maneras puede presentárenos el agua en su movimientos de descenso, dando ocasion á variados estudios y combinaciones; pero no siendo el objeto de estos apuntes tratar esta cuestion bajo las diferentes fases que pueda tener, y sí sólo recordar las principales fórmulas de la Hidromensura para calcular el gasto ó volúmen de un curso de agua, en las circunstancias más generales que pueden presentarse á un geólogo, nos limitaremos á considerar los casos del derrame del agua de un manantial ó depósito; de un canal más ó ménos grande de seccion y pendiente uniformes; de un arroyo ó riachuelo de seccion irregular; y de un río cuyo régimen pueda considerarse constante. Los demas casos especiales que pueden interesar al ingeniero, al mecánico ó al agricultor, se hallan desarrollados y pueden estudiarse con minuciosidad en los diferentes tratados de Hidráulica, permitiéndonos citar aquí el excelente resumen de las fórmulas de la Hidromensura que acaba de publicar el Ingeniero M. Fernández Leal, y que se ha adoptado como texto en la Escuela Especial de Ingenieros de esta capital.