

competentes no excluye alguna nota discordante, dada más por incomprensión del asunto que por dudas fundadas ni fundamentales. Todavía se ven de vez en cuando nuevos intentos de demostración del postulado o de alguno de los teoremas que le son equivalentes, cayendo los autores en idénticas ilusiones y en las mismas peticiones de principio que aguardaban necesariamente a los primeros exploradores del nuevo mundo geométrico. Hoy, que su acceso no ofrece ya peligros y que sus caminos son conocidos, deben desaparecer todos los recelos que antes dificultaban la navegación por el mar tenebroso y todo invita a probar la aventura, sabiendo que en la playa opuesta esperan hermosos horizontes.

Por eso es de alabar que el tema haya sido de los escogidos por la Sociedad Matemática para ser vulgarizado. En la conferencia próxima entraremos ya en el fondo del mismo y procuraremos desarrollarlo con el rigor lógico que su naturaleza exige; pero haciendo uso de los procedimientos más elementales para que hasta donde sea posible pueda resultar ésta una labor de verdadera vulgarización.

(Continuará.)

REVISIÓN DE PRECIOS DE CAMINOS VECINALES

REAL ORDEN

Ilmo. Sr.: Cuando las disposiciones dictadas para las obras públicas en general se pretenden aplicar a las de caminos vecinales (que revisten un carácter especial por sus relaciones complejas con otras entidades y por la escasa cuantía de sus presupuestos) se complican los problemas más sencillos, y para evitarlo hay que simplificar y facilitar su tramitación en lo posible; esto se hizo para el pliego general de condiciones para su ejecución, en el formulario para la redacción de proyectos, en el sistema de contratación, etc., y esto es lo que demanda también la revisión de precios, aunque es pre forzado lo estatuido en los Reales decretos básicos de esta materia.

El procedimiento general aplicado a caminos vecinales exige un lapso de tiempo mayor que en las demás obras públicas, y el espíritu que informó a los Reales decretos en que se reconoció el derecho de revisión es que el resarcimiento de gastos se haga lo más rápidamente posible para que los contratistas no se vean forzados a la paralización de sus trabajos, hecho que por su repercusión en la economía nacional se trató de evitar.

Una de las mayores dificultades con que se tropieza es la aplicación, según la interpretación que se le dé, del art. 4.º del Real decreto de la Presidencia del Consejo de Ministros, fecha 26 de agosto de 1918, pues al exigir la descomposición de los precios de contrata en todos los elementos necesarios para hacer visible la influencia de las variaciones de coste de las partes constitutivas de cada unidad, la que es mucho más global en caminos vecinales que en las demás obras públicas, se encuentran los ingenieros encargados de las obras con que una misma unidad tiene en distintas de éstas precios diferentes, y estando evidentemente constituidas por los mismos elementos en cantidad y calidad, resulta imposible racionalmente llegar a descomposiciones lógicas, puesto que en muchos casos hay insuficiencia de datos en el proyecto, redactado generalmente por otro ingeniero, y el que tiene que formular la revisión desconoce las razones que motivaron las diferencias.

En el procedimiento de contratación que la Administración sigue no cabe duda de que los precios en que se hacen las adjudicaciones están ajustados a los costes reales del momento de la contratación, puesto que la libre competencia es un depurador,

y, por lo tanto, sobre esos costes netos totales hay que basar la revisión de precios, puesto que todos sus elementos están sujetos a la subida de costes.

Mas para determinarse cuál es la cantidad abonable por revisión basta determinar un coeficiente que pueda aplicarse al precio contratado, sin necesidad de entrar en una minuciosidad trabajosa, que daría más apariencias de exactitud que realidades, y ese coeficiente puede determinarse para cada período de revisión, sin que sea preciso operar para deducirlo con las cifras de cada proyecto, bastando con que se fije tomando como base cantidades que sean proporcionales.

Ahora bien, si suponemos formulado un cuadro de precios teórico, que sería el núm. 3, en el que se lleve la descomposición al último límite, sin que figuren importes, sino solamente cuantías de elementos de trabajo, esto es, tiempo, materiales, herramientas, etc., las variaciones que para los precios de este cuadro resulten aplicando los costes en cada época de dichos elementos, en lugar de las obras que se revisan, serán evidentemente proporcionales a las variaciones que para los mismos tiempos hayan podido tener los precios efectivos del contrato.

En esta forma, sin perder nada en cuanto a la exactitud racionalmente pretendible en el asunto, se evita muchísimo trabajo, pues se suprime la formación del cuadro núm. 3 para cada obra, que es la parte más difícil de la revisión y se ahorra también gran número de operaciones numéricas.

La redacción de dicho cuadro núm. 3 debe obedecer a un criterio uniforme y contrastado por la práctica y al efecto debe encargarse su redacción a un ingeniero-jefe de Caminos, Canales y Puertos de reconocida competencia y práctica en el servicio de construcción de obras que incluya todos los tipos de unidades de precio adoptados en caminos vecinales.

Aparte del punto importante de la simplificación de procedimientos para la revisión de precios en caminos vecinales, conviene aclarar en lo que respecta a este servicio, para que no haya lugar a dudas, que abarca también a las obras de dichas vías construidas directamente por los Ayuntamientos, los cuales en realidad sustituyen al contratista en dicha función.

En vista de las consideraciones anteriores S. M. el Rey (que Dios guarde) se ha servido disponer:

1.º Las obras de caminos vecinales cuyos precios son revisables son lo mismo las adjudicadas en pública subasta que las que se construyen directamente por los Ayuntamientos.

2.º Para las revisiones de precios en las obras de caminos vecinales se seguirá el procedimiento siguiente:

a) Se formará un cuadro de precios núm. 3 en el que figuren, para todas las unidades de obra que se usan en caminos vecinales, los coeficientes numéricos que determinen la influencia de cada elemento en el precio global.

b) Formado este cuadro y aprobado por la Dirección general de Obras públicas, previo informe del Consejo de Obras públicas, para la debida aplicación de dicho cuadro se adoptará con carácter general a las obras de caminos vecinales.

c) Para revisar en un período de tiempo los precios de una obra de caminos vecinales se aplicarán al cuadro núm. 3 los costes que tuvieran sus elementos, en el lugar de la obra, en la fecha de contratación del proyecto y después en el período a que se aplique la revisión, pero disminuyendo estos últimos en la décima parte del valor que cada elemento tenía al tiempo de contratarse la obra. Seguidamente se obtendrá la diferencia entre ambos resultados, que se expresará en tanto por unidad del primero. Los precios de los elementos de cada período se fijarán contradictoriamente, como previene el art. 6.º del Real decreto de 26 de agosto de 1918.

d) Obtenido, para cada precio de cada obra, el tanto por unidad a que se refiere el párrafo c) se multiplicará por el precio de la unidad contratado para obtener el aumento o disminución que éste haya de sufrir por efecto de la revisión. Cuando en un precio global vayan incluidas distintas unidades de obra, se deducirá para cada una de ellas, separadamente, el aumento o disminución correspondiente en la forma que ha sido prescrita, y se obtendrá el del precio global sumando los correspondientes a las distintas unidades después de haberlos multiplicado por los coeficientes que representen la proporción en que entran a constituir el precio único.

Con estos aumentos o disminuciones de cada precio aplicados a las correspondientes cantidades de obras ejecutadas en el período que se considere, se formarán la relación valorada y certificación adicionales por revisión.

e) Para las obras de caminos vecinales en las que aún no se haya formulado ningún expediente de revisión, el primero comprenderá desde el momento en que haya lugar a aplicarla, hasta agosto inclusive del año 1918; el segundo expediente abarcará el período desde septiembre de 1918 hasta el último mes del trimestre anterior al en que se haga la revisión, pero cuidando de que aparezcan trimestre por trimestre revisados los precios; después se continuará en la forma dispuesta en el Real decreto de 26 de agosto de 1918.

3.º Para formular el cuadro núm. 3 a que se refiere el artículo 1.º en forma rápida, se nombrará un ingeniero-jefe de Caminos, Canales y Puertos de reconocida competencia y práctica en el servicio de construcción de obras.

Dicho jefe, auxiliado por el personal facultativo que se designe, realizará su trabajo en la sección de caminos vecinales en un plazo que no excederá de veinte días, a fin de que pueda recoger los datos y evacuar rápidamente las consultas necesarias; en dicho trabajo se comprenderá, además, la propuesta del correspondiente formulario para la redacción de los expedientes, que será sometido a la aprobación de la Dirección general de Obras públicas, previo informe del Consejo de Obras públicas.

4.º Para solicitar la revisión de precios en las obras de caminos vecinales se procederá en la forma prescrita en el Real decreto de 26 de agosto de 1918, teniendo en cuenta las aclaraciones contenidas en la Real orden de 29 de marzo último respecto a este extremo, entendiéndose que los Ayuntamientos obran como contratistas en el caso que construyan las obras.

5.º Aprobado que sea el cuadro núm. 3, y el formulario para la redacción de los expedientes, las Jefaturas de Obras públicas de las provincias remitirán a este Ministerio, en el plazo de tres meses, a contar de la fecha de aprobación de aquéllos, todos los expedientes de revisión de precios de caminos vecinales solicitados, y, para los trimestres sucesivos, será obligación la de remitir las revisiones dentro del trimestre siguiente al de ejecución de las obras.

Lo que de Real orden comunico a V. I. para su conocimiento y efectos oportunos.

Dios guarde a V. I. muchos años.—Madrid, 27 de abril de 1920.—E. Ortuño.—Señor director general de Obras públicas.

Consideraciones respecto a la Real orden de 27 de abril, estableciendo un método sencillo y práctico para revisar los precios de las obras.

I

Es indudable que desde el momento en que apareció en la *Gaceta* el Real decreto de 26 de agosto de 1918, concediendo a los contratistas el derecho a la revisión de precios de las obras ejecuta-

das por contrata, ha sido el constante afán de todos los ingenieros al servicio del Estado, conscientes siempre de sus deberes, darle cumplimiento de la manera más rápida y equitativa que posible fuera, pero también es indudable que la delicadeza y complejidad del asunto, unidas a la carencia de datos iniciales que se observa en los proyectos, que jamás pudieron ser redactados con miras a la minuciosa descomposición en elementos simples que exige la revisión ordenada, han puesto, contra toda su voluntad, tan potente freno a sus deseos que la labor ha tenido que ser tan lenta como abrumadora.

No podía desconocer el Ministerio de Fomento las causas que determinaban tal estado de cosas, y por conocerlas se ha preocupado de buscar, ciñéndose a los moldes fijados por dicho Real decreto y al procedimiento que se deriva de los formularios vigentes para esta clase de trabajos, una nueva modulación, que siendo la expresión misma de lo legislado, evite todos aquellos motivos que forzosamente, ineludiblemente habían de determinar la lentitud en la redacción de los expedientes de revisión de precios.

Acabo de afirmar que la Real orden que motiva estas consideraciones es la expresión de lo legislado sobre esta materia y evitará todos los motivos que determinaban la lentitud de los expedientes; y la demostración de estos asertos es la finalidad que persigo con este modesto trabajo.

El principal obstáculo que se presenta para las revisiones es la escasez de elementos de juicio que ofrecen los proyectos, que hace trabajosa y a veces indecisa la descomposición de cada uno de los precios de las distintas unidades de obra; si, pues, con abundancia de datos obtenidos de la práctica se hiciera una descomposición racional y prácticamente satisfactoria de cada precio, constituyendo el cuadro núm. 3, que se cita en la Real orden, y los ingenieros, para descomponer los precios que hubieran de revisar, lo hicieran repartiendo los valores globales de los precios contratados en partes proporcionales a las cifras que constituyeran la verdadera descomposición de los precios correspondientes del citado cuadro núm. 3, es de todo punto indudable que quedaría vencida la principal causa de lentitud y de indecisión con una racionalidad y una justicia sin límites.

Veamos, pues, a qué nos conduce esta manera sana y justa de aplicar lo estatuido por las disposiciones y formularios vigentes sobre esta materia.

* *

Un precio racional y científicamente descompuesto en elementos simples vendrá expresado por la suma de varios coeficientes numéricos, multiplicados por los precios de los distintos jornales y los de los materiales que entran en la composición de la unidad de obra; por lo tanto, llamando $n_1, n_2, \dots, n_k$ a los coeficientes numéricos, y $J_1, J_2, \dots, J_k$ a los respectivos precios de jornales y materiales afectados por aquellos coeficientes, la expresión del precio será

$$n_1 J_1 + n_2 J_2 + n_3 J_3 + \dots + n_k J_k = P_v$$

Designo por P_v al resultado de la suma, porque esta notación responde a la realidad de lo que significa la descomposición, que siendo racional, científica y basada en los datos de la práctica, da el *precio verdadero* de la unidad de obra que se considere.

Pues bien, supongamos que tratamos de revisar un precio de una cierta unidad de obra de determinado proyecto, en el que dicha unidad fué contratada al precio P_p .

Y vamos a aplicar estrictamente lo legislado, pero descomponiendo el precio P_p como antes he dicho; esto es, repartiendo su valor proporcionalmente a los términos

$$n_1 J_1, n_2 J_2, n_3 J_3, \dots, n_k J_k$$

que dan la verdadera descomposición, si sustituimos las J por los precios que los jornales y materiales tenían en la época de contratación del proyecto.

Esta repartición proporcional se obtiene multiplicando cada uno de los términos nJ por la relación $\frac{P_p}{P_v}$, esto es evidente, luego

$$(e) \quad P_p = \frac{P_p}{P_v} n_1 J_1 + \frac{P_p}{P_v} n_2 J_2 + \frac{P_p}{P_v} n_3 J_3 + \dots + \frac{P_p}{P_v} n_k J_k.$$

Ya tenemos, pues, la descomposición *justa* del precio que vamos a revisar, después de haber salvado el escollo de la falta de datos de todos los proyectos y, por tanto, habiendo destruido la indecisión, causa de la lentitud y tal vez del error, por equivocado criterio, seguido desde luego con indudable buena fe, pero por equivocado lesivo para una de las partes contratantes.

Y ahora vamos a seguir procediendo como prescriben las disposiciones vigentes. A este precio descompuesto le hemos de aplicar los valores que actualmente tienen los jornales y materiales para deducir qué valor tiene la unidad de obra considerada en la actualidad; llamemos $J'_1, J'_2, J'_3, \dots, J'_k$ a los jornales y precios de materiales que rigen en la actualidad, y sustituyéndolos en la expresión anterior, obtendremos

$$P'_p = \frac{P_p}{P_v} n_1 J'_1 + \frac{P_p}{P_v} n_2 J'_2 + \dots + \frac{P_p}{P_v} n_k J'_k.$$

La diferencia entre P_p (precio del proyecto contratado) y P'_p (el mismo precio revisado) será lo que por efecto de la subida de precios ha aumentado el precio de unidad de la obra que estamos considerando, y esta diferencia se expresa como sigue:

$$(h) \quad P'_p - P_p = \frac{P_p}{P_v} (n_1 J'_1 - n_1 J_1) + \frac{P_p}{P_v} (n_2 J'_2 - n_2 J_2) + \dots + \frac{P_p}{P_v} (n_k J'_k - n_k J_k)$$

Como el Real decreto de 26 de agosto de 1918 prescribe que el 10 por 100 del precio contratado no es revisable, hemos de restar de la expresión anterior dicho 10 por 100, para obtener lo que se ha de abonar al contratista; mas como la expresión (e) del precio se compone de una suma de términos, quitar el 10 por 100 de la suma equivale a quitarlo de cada uno de los sumandos; al verificar la sustracción en esta forma observamos que equivale a agregar al sustraendo de las restas que figuran en los paréntesis en la expresión (h) el 0,10 de su valor. Hagámoslo así y tendremos, haciendo

$$P'_p - 1,10 P_p = \Delta_p^{p'}$$

o sea, diferencia entre los precios P'_p y P_p , y sacando el factor común de todos los sumandos $\frac{P_p}{P_v}$

$$\Delta_p^{p'} = \frac{P_p}{P_v} [(n_1 J'_1 - n_1 \times 1,10 J_1) + (n_2 J'_2 - n_2 \times 1,10 J_2) + \dots + (n_k J'_k - n_k \times 1,10 J_k)]$$

Esta fórmula puede escribirse de la manera siguiente:

$$(f) \quad \Delta_p^{p'} = P_p \times \frac{\{n_1(J'_1 - 1,10 J_1) + n_2(J'_2 - 1,10 J_2) + n_3(J'_3 - 1,10 J_3) + \dots + n_k(J'_k - 1,10 J_k)\}}{n_1 J_1 + n_2 J_2 + n_3 J_3 + \dots + n_k J_k}$$

Esta fórmula, pues, nos da *justamente* el aumento que ha experimentado el precio de dicha unidad de obra, SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO ORDENADO POR LAS DISPOSICIONES VIGENTES.

Traduzcamos esta fórmula al lenguaje vulgar, y nos dice que

para revisar *con toda justicia* un precio de una determinada unidad de obra basta averiguar el *verdadero* precio que dicha unidad tenía al contratarse el proyecto, mediante una descomposición racional y práctica de dicha unidad, a la que se aplicarán los precios de jornales y materiales que sirvieron para fijar el precio contratado; con la misma descomposición verdadera del precio, aplicando a ella los precios de los jornales y materiales que rigen en la actualidad, deducir el *verdadero* precio de dicha unidad de obra en la actualidad, y la diferencia entre estos dos precios, expresada en tanto por unidad del precio verdadero primitivo, multiplicada por el precio contratado, nos dará *exactamente* y *justamente* el aumento experimentado por el precio de la unidad de obra que consideramos.

Esta traducción de la fórmula (F) es la misma que expresa la Real orden que estoy comentando en su articulado.

Luego este procedimiento, como demuestran las anteriores transformaciones y cálculos, es *exactamente, rigurosamente el mismo ordenado por la Superioridad*, pero con la garantía de la justicia en la descomposición de los precios; por lo tanto, queda demostrada la primera parte de mi afirmación.

Trataré ahora de demostrar la segunda parte, o sea que el procedimiento es todo lo expedito que era de desear, tratándose de materia tan complicada.

II

Como se desprende de lo anteriormente expuesto, se puede deducir para cada precio de cada unidad de obra la fórmula que, de una manera automática, digámoslo así, proporcione el aumento íntegro que hay que abonar al contratista, sin más preocupación que la de sustituir en ella los precios que los jornales y materiales tenían en la época de la contratación del proyecto y los que tengan en la época a que se aplique la revisión.

Y como dice la repetida Real orden que se nombrará un ingeniero-jefe de Caminos, Canales y Puertos, que redacte el cuadro núm. 3 y los formularios, este ingeniero tendrá la obligación de proporcionar a las Jefaturas las fórmulas aplicables a todas las unidades de obra que se usen en la construcción de los caminos vecinales.

Véase, pues, cuánta será la sencillez del procedimiento y qué velocidad podrá adquirirse en la redacción de los expedientes, con la inmensa ventaja de que el ingeniero no tendrá más responsabilidad que la de que las operaciones numéricas necesarias para deducir el valor de las fórmulas estén bien ejecutadas y la de que los precios de jornales y materiales sean lo *justamente* aplicables en cada caso.

Pero esta simplificación es mucho mayor de lo que a primera vista parece, porque las fórmulas de los diferentes precios, que forzosamente tendrán todas la misma estructura que la (F), pueden ser en parte o en total calculadas gráficamente, como voy a demostrar.

Consideremos un término cualquiera del numerador de la fórmula (F), puesto que todos tienen la misma estructura, y llamemos y a su valor

$$y = n (J' - 1,10 J)$$

dividamos la igualdad por n y tendremos

$$\frac{y}{n} = z = J' - 1,10 J.$$

En esta ecuación las variables son z y J' , luego es la ecuación de una recta de coeficiente angular igual a la unidad, o dicho en otros términos, representa una recta paralela a la bisectriz del

sistema coordenado trazada a la distancia $1,10 J$, desde el origen, en el eje de las J' , o bien a $-1,10 J$, desde el origen, en el eje de las Z .

Si se dibujara esta recta veríamos que si sobre el eje de las J lleváramos, a partir del origen de coordenadas, los diferentes valores que alcancen los jornales y materiales, las Z correspondientes nos darán el valor de las diferencias $J' - 1,10 J$. Pero podemos ir más lejos, pues podemos determinar el valor total de cada término, o sea $n (J' - 1,10 J)$. En efecto: toda recta que pasa por el origen de un sistema coordenado rectangular es un ábaco de multiplicación, esto es, que si este coeficiente angular está medido sobre el eje de las Z , o sea de las ordenadas, llevando sobre el eje de éstas distintos valores, las abscisas correspondientes representarán el valor de la ordenada multiplicado por el coeficiente angular de la recta considerada. Esto sabido bastará trazar por el origen de coordenadas una serie de rectas de coeficientes angulares $1, 2, 3, \dots, 9$. Si por el extremo de la ordenada que representa el valor $J' - 1,10 J$ de un término cualquiera de la fórmula de un precio, se traza una paralela al eje de las J , las distancias, medidas sobre esta recta, desde los puntos de intersección con las correspondientes rectas de distinto coeficiente angular al eje de las Z , sumados convenientemente, nos darán el término completo $n (J' - 1,10 J)$.

Si, por ejemplo, $n = 3,24$ bastaría sumar, para obtener el valor del término, las dichas longitudes, pero teniendo el cuidado de correr un lugar a la derecha cada sumando respecto al que le precede, en la siguiente forma:

35
18
24

Si construyéramos el gráfico en esta forma, fijando el origen del sistema coordenado, necesitaríamos construir uno para cada valor de $1,10 J$, y perdería en ventaja el procedimiento. Para evitar este inconveniente bastará construir el gráfico trazando la recta de coeficiente angular igual a la unidad sin fijar el origen de coordenadas y llevando una reglilla graduada en la mano, se hará coincidir con el punto en que dicha recta corta el eje de las abscisas la división de la reglilla que represente en cada caso el valor $1,10 J$; el origen de la varilla fijará el origen del sistema y sobre ésta se podrán medir todos los valores que se quieran de J' . Haciendo el gráfico sobre un papel cuadrículado, la rapidez del cálculo del numerador de las fórmulas de cada precio será casi vertiginosa, porque las divisiones del papel en sentido vertical nos darán inmediatamente las ordenadas, y en el punto en que éstas corten a la recta de coeficiente angular igual a la unidad, el mismo papel cuadrículado nos proporcionará, con su división en milímetros, la paralela al eje de las abscisas, sobre la que podremos medir las longitudes que sumadas nos dan el valor total de cada término del numerador, simplificándonos extraordinariamente el cálculo de cada fórmula, que podrá llevarse a cabo en breves minutos.

Pero aun es susceptible el procedimiento de permitir mayor velocidad en cuanto se hayan hecho dos o tres revisiones, por los métodos que acabo de explicar. En efecto: si al hacer las primeras revisiones se tienen preparados cuadros de doble entrada, uno para cada término de los jornales y otros para los de los materiales como la cal, cemento, carbón, etc., y en estos cuadros se anotan en su encasillado superior los precios que regían en las épocas de contratación y en el lateral los que corresponden a las épocas revisables, y a medida que se obtienen los valores de los términos de las fórmulas (F) se registran en las casillas que corresponden a la intersección de las columnas de los correspon-

dientes valores de J y J' , pronto se dispondrá de tal acopio de valores de dichos términos que, como éstos se repetirán en las fórmulas de muchos proyectos en las mismas épocas de revisión, los cuadros nos proporcionarán los valores de los repetidos términos sin operación aritmética de ninguna clase.

*
*
*

Las revisiones pueden y deben ser a favor del Estado cuando los precios descieran en más de un 10 por 100 de los que regían al tiempo de contratarse la obra. En este caso bastará sustituir en las fórmulas de los distintos precios los términos $n (J' - 1,10 J)$ por los términos $n (0,90 J - J')$, y las fórmulas serán de la siguiente estructura:

$$\Delta_p = P_p \frac{\{ n (0,90 J - J') + n_1 (0,90 J_1 - J'_1) + n_2 (0,90 J_2 - J'_2) + \dots + n_k (0,90 J_k - J'_k) \}}{nJ + n_1 J_1 + n_2 J_2 + \dots + n_k J_k}$$

Las revisiones se han de hacer no solamente por el mayor precio alcanzado por los jornales y materiales, sino por la diferencia de horas que trabajan los operarios. Pues bien, si en las fórmulas anteriores hacemos que las J correspondientes a jornales representen el *jornal hora* en vez del *jornal día*, dichas fórmulas harán las revisiones por todos conceptos y de una sola vez, sin preocupación alguna por parte del ingeniero. Para hacer esta conversión, puesto que los operarios trabajaban en la época de contratación de los proyectos diez horas, bastará multiplicar los coeficientes numéricos n que afectan a los jornales por 10.

III

Creo haber demostrado de una manera evidente que la simplificación que entraña el procedimiento impuesto por la Real orden de 27 de abril es de tal magnitud, que los expedientes de revisión podrán incoarse en un plazo brevísimo, como demandan todos los intereses.

Tal vez a alguien se le ocurrirá objetar que una misma descomposición de un precio no debería aplicarse a todas las provincias, porque si bien el coeficiente personal de cada obrero en su trabajo varía en una misma localidad y no puede ni debe tenerse en cuenta en las descomposiciones porque ellas deben formarse con los coeficientes medios, en cambio es siempre de tener en cuenta el coeficiente *colectivo* de la masa obrera en cada región, que puede ser distinto de las otras regiones. Esto que, en abstracto, es cierto, no tiene, en el caso más desfavorable, influencia digna de tenerse en cuenta, usando el procedimiento prescrito por la reciente Real orden. Porque siendo coeficiente *colectivo*, que es el único que debe tenerse en cuenta, significa que cada uno de los términos que constituyen el quebrado de la fórmula (F) deberían multiplicarse por el coeficiente que expresara en cada región la mayor o menor cantidad de trabajo que ejecuta la masa obrera, respecto a aquella en que se han practicado las experiencias para formar las descomposiciones de precios del cuadro núm. 3. Luego este coeficiente sería factor común al numerador y denominador de dicho quebrado, si todos los materiales procedían de la misma región, y, por tanto, quedaría anulada su influencia. El caso más desfavorable sería cuando un material procediera de región distinta, pues habría un término de la fórmula que no vendría afectado de dicho coeficiente; en este caso someto al buen criterio de los ingenieros el considerar la influencia, totalmente despreciable por su pequeñez, que este valor podría llevar al resultado total de la fórmula.

Es forzoso, pues, llegar a la conclusión, que el procedimiento prescrito por la Real orden que acabo de comentar, reúne todas

las ventajas apetecibles de acierto y de rapidez que pueden desearse, tratándose de un asunto de tanta delicadeza y complicación como la que entrañan las revisiones de los precios de las obras por contrata.

JOSÉ CABESTANY.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN RELACIÓN CON EL SANEAMIENTO DE LAS URBES

POR

D. FRANCISCO RICART Y GUALDO

(CONTINUACIÓN) (1).

Aguas subterráneas.

El alumbramiento de aguas subterráneas en cantidad suficiente para el abastecimiento de una aglomeración urbana, que posea cualidades higiénicamente aceptables, es uno de los estudios más expuestos a errores, ya que exige el conocimiento aproximado de las cantidades de agua absorbidas y el conocimiento de la constitución del terreno que se ha de explorar.

Las aguas subterráneas, por el hecho de proceder, como las de los ríos, de las que han caído en la superficie del terreno, se contaminan con las sustancias orgánicas cuyo origen hemos estudiado, y que constituyen un elemento de vida y propagación de los gérmenes soprofitos y patógenos que son arrastrados por ellas, al pasar del suelo al subsuelo; este líquido absorbido, bien de un modo natural, bien por trabajos de alumbramiento, sale al exterior, después de un recorrido más o menos largo y de condiciones diversas, según la constitución geológica del terreno.

Estas aguas, al aparecer al exterior, presentan unas veces caracteres de potabilidad y otras su contaminación e impurezas son las mismas que han adquirido en la superficie del terreno, de esto se deduce la necesidad de dos estudios diversos indispensables, tales son: 1.º, la depuración natural por el terreno; y 2.º, el conocimiento de las condiciones necesarias del mismo para que el agua alumbrada sea higiénicamente pura, o sea, la influencia del terreno en la calidad de las aguas.

1.º DEPURACIÓN NATURAL POR EL TERRENO.

Al tratar de la síntesis o formación de la materia orgánica, se ha sentado el principio de que su origen reside únicamente en los vegetales que transforman el oxígeno, el hidrógeno, el ázoe y el carbono en materia albuminoide de compleja constitución molecular, que por el ciclo de la transformación de la materia se desorganiza de manera tal, que por fases escalonadas, que dan lugar a elementos cada vez menos complejos o de constitución molecular más sencilla, acaban reduciéndose de nuevo a ázoe o nitratos, oxígeno, hidrógeno y carbono; los agentes de esta descomposición del elemento complejo a elementos simples, son, indudablemente, los gérmenes microbianos que pululan en el terreno, con sus secreciones, las reacciones de las distintas sustancias por ellos elaboradas, que dan por resultado reducciones y oxidaciones, del mismo modo que a oxidaciones y reducciones fué debida la formación de la materia orgánica, verificándose esta descomposición por etapas sucesivas y no bien definidas aún, a semejanza de lo que ocurre con la descomposición de los cadáveres

en elementos minerales o simples, que se debe también, en sus bien definidas y distintas fases, a la aparición y dominio de parásitos especiales para cada una de ellas.

Veamos, aunque sea someramente, el proceso de la descomposición: El agua, al precipitarse en lluvia y caer sobre la superficie terrestre, encuentra y se incorpora las materias orgánicas de origen animal y vegetal, solubles e insolubles, que en terreno permeable se infiltran o penetran en él con el agua que los vehicula, empezando aquí la serie de fenómenos que tienen por efecto la disociación que estudiamos. El primero de ellos es debido al *poder fijador* del terreno, que Duclaux llama *poder absorbente* o *de selección*, y el doctor Calmette denomina *de teñido*; terminado el vertido, y simultáneamente con la absorción, penetra el aire en la masa permeable, poniéndose en contacto con los productos orgánicos retenidos; a los gérmenes aerobios que en su masa contiene el terreno, se suman los del mismo carácter que pululan en el agua absorbida, y estos microorganismos, con las diastasas que producen y por la acción química de la atmósfera del terreno, especialmente de su oxígeno, dislocan y oxidan las sustancias orgánicas de orden más complejo en otras simples, tales como las aminas, amidos y amoniaco o sales amoniacaes, en cuya transformación juega un papel muy importante el grado de dilución, circunstancia que deberá tenerse en cuenta al estudiar las instalaciones de depuración natural del agua, provocada artificialmente, o sea en las captaciones de aguas superficiales por medio de galerías o pozos filtrantes, drenajes, etc.

Efectuada esta primera fase de la descomposición o dislocación de la materia orgánica, se inicia y desarrolla también por transformaciones escalonadas la segunda, o sea la de la *nitrificación*, que tiene lugar por la combinación del ázoe orgánico y el oxígeno del aire y por la acción microbiana o de los fermentos nitrificadores de Winogradski, cuyos elementos y acciones transforman el amoniaco en nitritos, que es la primera fase de la oxidación, por el fermento nitrosomas y nitrosococus, siendo la segunda la transformación de los nitritos en nitratos, por la acción del fermento nítrico, o sea el nitrobacter. Es evidente que para que esta transformación o mineralización total tenga lugar, desde el momento que es debida a la acción microbiana, es preciso que el medio de cultivo, o sea el terreno, sea húmedo, ligeramente alcalino y a no muy baja temperatura, pues a la menor de 15 grados no se verifica y alcanza su máximo más allá de los 55. Los nitratos obtenidos son altamente nutritivos para las plantas, lo que explica el desarrollo de ellas por la acción de las lluvias.

En el proceso de nitrificación, o segunda fase, se ha logrado la depuración con sólo haberse puesto debidamente en juego el terreno como soporte de los elementos putrescibles y los fermentos aerobios o de Winogradsky, como elementos activos o de oxidación.

El mecanismo de esta depuración total biológica es el mismo que el de los procedimientos hoy en uso para la depuración de las aguas residuales, tales como los de irrigación cultural, el de filtración intermitente, el de mejor aplicación práctica, por ser mayor su rendimiento, de filtros percoladores. En esta depuración biológica se comprueba la aserción de que la Naturaleza tiene medios de defensa propios, que con sólo estimularlos o ponerlos debidamente en acción logra normalizar los elementos accidentalmente anormales, que constituyen un peligro para el hombre.

2.º INFLUENCIA DEL TERRENO EN LA CALIDAD DEL AGUA.

La depuración biológica del agua absorbida por el terreno sólo tiene lugar, y de esta base se ha partido al describir su proceso, cuando el terreno en que se verifica la absorción es permeable,

(1) Véase el número anterior.