

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS A BILBAO

(CONTINUACIÓN)

El refinamiento de las costumbres es causa de que el consumo de agua aumente constantemente. «Cuando el servicio público—dice Mr. Huet—alcanza en las ciudades de Inglaterra el desarrollo que tiene en las principales ciudades de Francia, y cuando en Francia las necesidades domésticas sean lo que son en Inglaterra y en América, el consumo se eleva fácilmente en una y otra parte a 300 ó 400 litros por habitante.» Entre las muchas ciudades en las que el consumo de agua por habitante es de 200 ó más litros, pueden citarse las siguientes:

Roma.....	1.000	Agen.....	250
Washington.....	700	Bayona.....	250
Lausanne.....	560	Limoges.....	240
Detroit (E. U.).....	574	Dijon.....	240
Marsella.....	450	Glasgow.....	238
Chicago.....	431	Hamburgo.....	237
Carcassonne.....	400	Adelaida.....	230
Boston.....	348	Dresde.....	228
New York.....	297	Francfort.....	228
Bonn.....	289	Paris.....	215
Cincinnati.....	287	Melun.....	210
Aurillac.....	280	Brooklyn.....	205
San Luis (E.U.).....	278	Orleans.....	200
Besançon.....	260	Colonia.....	200
Filadelfia.....	257		

Se ve, pues, que no tan sólo las grandes capitales, sino que ciudades menos populosas y ricas que Bilbao disfrutan abastecimientos de aguas que pasan de 200 litros por habitante.

Para realizar el pensamiento que acaba de bosquejarse en sus líneas generales, se ha constituido la *Sociedad de aguas del Cerneja*, la cual se propone, tan luego como tenga la concesión oportuna, tratar con el Ayuntamiento de Bilbao acerca de las condiciones en que se comprometerá a suministrar el agua, bien entendido que aceptará cuantas requiera tan importante servicio público. Por este motivo no se precisa en el proyecto la situación y disposición del depósito, quedando en libertad el Ayuntamiento de indicar el sitio más adecuado y que mejor se adapte a las condiciones de la distribución, así como de resolver si han de utilizarse ó no los actuales depósitos. En una palabra, el proyecto que se somete a la aprobación del Ministerio de Obras públicas, tiene por objeto cumplir los requisitos legales para obtener la concesión solicitada, y más adelante, cuando sea procedente, se estudiarán los proyectos parciales relativos a la utilización y empleo de las aguas.

No sería posible que el capital invertido en las obras obtuviese una remuneración equitativa, si los productos se limitasen a la venta de cierta cantidad de agua al Ayuntamiento de Bilbao, pues no haciendo a éste una oferta beneficiosa, claro está que no la aceptaría, y continuaría estudiando el medio de ejecutar las obras por su cuenta. La venta de agua a los particulares para usos industriales y el abastecimiento de aguas potables a los pueblos de la costa, proporcionarán

beneficios al concesionario; pero los ingresos por tales conceptos no serán inmediatos y se desarrollarán paulatinamente en un largo plazo. Forzoso será, en consecuencia—y tal es la base económica del proyecto—, que el trazado del canal de conducción permita obtener grandes saltos, no muy lejanos de los centros industriales, para realizar, en condiciones ventajosas, el transporte eléctrico de la energía, la cual tendrá utilísimo empleo en Bilbao, en los pueblos inmediatos y en la zona minera, contribuyendo poderosamente al fomento de las industrias existentes, favoreciendo la creación de otras nuevas, y, lo que es quizás más importante, facilitando la instalación de las pequeñas industrias domésticas. En los ingresos obtenidos por este concepto, podrá encontrar el concesionario la compensación a la pérdida, que necesariamente ha de irrogarle el abastecimiento de aguas de Bilbao.

Desde el punto de vista mercantil, el negocio resulta sumamente complejo é imposible de ser administrado por una Corporación oficial; siendo imprescindible el intermediario de la acción particular, que obre con libertad completa, acoja las oportunidades del momento y busque toda clase de combinaciones para armonizar sus intereses con los del público.

TARIFAS

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ECONÓMICAS DE LA EMPRESA

Con arreglo a los preceptos de la ley general de Obras públicas y el Reglamento para su ejecución vigentes, estamos en el deber de presentar las tarifas que proponemos para el uso y aprovechamiento de la obra cuya concesión se solicita.

Los precios máximos del metro cúbico de agua serán los siguientes:

	Pesetas.
Para el consumo doméstico (25 céntimos de peseta).....	0,250
Para usos industriales (15 idem id.).....	0,150
Para riegos (7 1/2 idem id.).....	0,075

A continuación demostramos, primero: que, en absoluto, estos precios del metro cúbico de agua son tan baratos como el que más de los diversos abastecimientos que conocemos; y, segundo, que su aplicación sólo proporcionará un interés módico al capital de establecimiento.

PRECIOS DEL METRO CÚBICO DE AGUA EN ALGUNAS POBLACIONES

	Pesetas.
En Cádiz.....	Para el uso doméstico..... Para usos industriales..... 0,75 0,50
Jerez de la Frontera..	Para el consumo doméstico, desde pesetas 0,66 hasta..... Sobranje para riegos, desde pesetas 0,25 hasta..... 0,375 0,125
Santander.....	Para el consumo doméstico..... Para usos industriales..... Para riego..... 0,274 0,137 0,082
Castro Urdiales.....	Para todos los usos..... 0,200
Bilbao.....	Mínimo del agua potable..... 0,250
Madrid.....	Para todo uso no industrial..... Para usos industriales: variable entre 0,30 y 0,10, según el consumo: Precio máximo..... 0,300 0,30

Por consiguiente, se ve, como antes se dijo, que nuestras tarifas para Bilbao y demás pueblos circunvecinos son más económicas que las de los demás que sirven de término de comparación.

Examinemos ahora las condiciones económicas de la Empresa con relación á las tarifas propuestas, comenzando por razonar los diversos elementos de cálculo.

Consumo de agua.—Tomamos de la Memoria del proyecto de abastecimiento de aguas de Santander, por el Ingeniero D. Angel Mayo (página 180), publicada en los anales de Obras públicas, la relación siguiente que expresa el consumo de agua por habitante y día, en las conducciones modernas de las grandes poblaciones que se citan.

	Mts. Cúbs.
New-York y grandes poblaciones de los Estados Unidos....	350
Marsella.....	470
Madrid.....	450
Jerez.....	350
Besançon.....	850
Dijon.....	200
Burdeos.....	170
Hamburgo.....	125
Glasgow.....	115
Santander.....	245

Según los datos que hemos podido recoger, la población de Bilbao es de unas 80.000 almas y posee actualmente de agua potable unos 40 litros por habitante, y de agua impotable de río, parte procedente de la conducción llamada de los Caños y otra elevada mecánicamente, cantidades variables que no nos ha sido dable determinar con exactitud.

En un proyecto de ley presentado recientemente á las Cortes, se proyecta conducir á Bilbao, procedente de varios rios que nacen en la provincia de Álava, 200 litros de agua por segundo; y como ese proyecto ha sido estudiado por el Excmo. Ayuntamiento de la villa, parece que dicho caudal se considera suficiente para el surtido de esa importante población.

Nosotros supondremos que aquí y en el período de quince años á que alcanzan nuestros cálculos, el consumo llegue á 250 litros por segundo, y admitiendo también que la población crezca hasta 100.000 almas, esto equivale á un gasto de 250 litros por habitante y día, que unidos á los 40 que en la actualidad disfruta, suman 290 litros. Es una hipótesis racional que no es prudente rebasar, según los datos de consumo de otras poblaciones que se acaban de consignar.

Pero la experiencia demuestra que, desde el momento en que se terminan las obras de abastecimiento de aguas de las poblaciones, el consumo crece bruscamente al principio, en cierta medida; pero que después el aumento es paulatino, y que sólo al fin de un período más ó menos largo, es cuando se llega, si esto se consigue alguna vez, á las cifras que los autores de los proyectos han tomado como base de los resultados financieros. El olvido de esta circunstancia, ó sea del factor *tiempo*, en negocios de esta índole y en los de canales de riego, ha sido la causa de la ruina de muchas Empresas, pues cuando se tiene la ortuna de alcanzar la normalidad, el capital de establecimiento se ha duplicado ó triplicado con los intereses acumulados en largo número de años.

Por eso admitiremos que al inaugurarse el nuevo establecimiento, el consumo actual aumente en 10.000 metros cúbicos de agua cada veinticuatro horas, ó sea en 125 litros por habitante y día, que es el triple del actual; y que, desde ese momento, vaya creciendo en 1.000 metros cúbicos por año, hasta que, al terminar el año décimoquinto, alcancen el máximo de 25.000 que hemos adoptado como gasto normal.

Ingresos brutos anuales.—El precio medio del metro cúbico de agua de nuestra tarifa es de 0,20 pesetas, suponiendo que el consumo se divida por mitades en los servicios domésticos é industriales.

En el primer año de explotación, los 10.000 metros cúbicos de agua vendidos producirán diariamente 2.000 pesetas, y al año 730.000 pesetas. En el año décimoquinto, los 25.000 metros cúbicos producirán 5.000 pesetas ó 1.825.000 anuales.

Gastos anuales.—Son de dos clases. La primera comprende los de dirección, administración (contribuciones, etc.) y conservación.

GASTOS ANUALES

Años de explotación.	Agua vendida cada veinticuatro horas. — Metros cúbicos.	Ingresos brutos anuales. — Pesetas.	De dirección, administración y conservación, contribuciones, etc. — Pesetas.	De intereses y amortización al 6 por 100. — Pesetas.	TOTALES — Pesetas.	Pérdidas y beneficios — Pesetas.	Capitales al fin de cada año. — Pesetas.
							17.500.000
1	10.000	730.000	200.000	1.050.000	1.250.000	520.000	18.020.000
2	11.000	803.000	210.000	1.081.200	1.291.200	488.200	18.508.900
3	12.000	876.000	220.000	1.110.480	1.330.480	454.480	18.962.480
4	13.000	949.000	230.000	1.137.748	1.367.748	418.748	19.381.228
5	14.000	1.022.000	240.000	1.162.863	1.402.863	380.863	19.762.091
6	15.000	1.095.000	250.000	1.185.720	1.435.720	348.720	20.102.811
7	16.000	1.168.000	260.000	1.206.168	1.446.168	298.168	20.400.979
8	17.000	1.241.000	270.000	1.224.060	1.494.060	255.060	20.654.039
9	18.000	1.314.000	280.000	1.239.242	1.519.212	205.212	20.859.281
10	19.000	1.387.900	290.000	1.251.556	1.541.556	104.556	21.013.837
11	20.000	1.460.000	300.000	1.260.830	1.560.830	100.830	21.114.667
12	21.000	1.533.000	310.000	1.266.880	1.576.880	43.880	21.158.547
13	22.000	1.606.000	320.000	1.269.512	1.589.512	16.488	21.142.059
14	23.000	1.679.000	330.000	1.268.523	1.593.523	80.477	21.061.582
15	24.000	1.752.000	340.000	1.263.695	1.603.695	152.305	20.909.277
16	25.600	1.825.000	350.000	1.254.556	1.604.556	220.444	20.688.833
17	26.000	1.825.000	350.000	1.241.330	1.591.330	233.670	20.455.163

Ha de tenerse en cuenta que se trata de obras de gran desarrollo é importancia: varios pantanos con sus acequias de recolección; más de 70 kilómetros de canal de conducción; depósitos, grandes filtros para la depuración y clarificación de las aguas, etc., etc. Teniendo esto en cuenta, y con el conocimiento que tenemos de lo que ocurre en obras de igual y parecida índole, estamos en el caso de señalar un gasto por estos conceptos de 200.000 pesetas en el primer año, que va aumentando después en 10.000 pesetas cada uno hasta comenzar el año dieciséis, en que termina el período de variabilidad y comienza el de normalidad, en cuya época ascenderá á 350 000 pesetas.

La segunda clase de gastos se refiere á los intereses del capital de instalación en cada año. Adoptamos como interés *bancario* y amortización del capital en el período de la concesión, el 6 por 100 anual. El importe de las obras, en números redondos, es de 15 millones de pesetas; pero como su construcción durará cinco años, es evidente que ese capital, teniendo en cuenta que los fondos han de tenerse á la mano algunos meses antes de su inversión, se convertirá, al comenzar el período de explotación, en 17 1/2 millones de pesetas.

Acumulando las dos clases de gastos señalados, tendremos el gasto total en cada año, el cual, comparado con el ingreso bruto correspondiente, dará el beneficio líquido ó pérdida en el mismo período.

Partiendo de estos supuestos, hemos calculado el cuadro que antecede, cuyas columnas contienen los números de orden de cada año hasta el décimo-octavo; el volumen de agua vendida cada veinticuatro horas; los ingresos brutos anuales de la Empresa, con los precios máximos de la Tarifa propuesta; los gastos en los mismos períodos; los beneficios ó pérdidas de los mismos y los capitales correspondientes.

En el año primero de la explotación, el ingreso bruto es de 730.000 pesetas por los 10.000 metros cúbicos diarios de agua vendidos. Los gastos de dirección, administración, conservación, etc., ascienden á 200.000 pesetas y los intereses y amortización del capital de establecimiento, á 17.500.000,06 = 1.050.000 pesetas total de gastos 1250.000 pesetas, y, por consiguiente, resulta una pérdida al fin del año de 520.000 pesetas, que es el capital correspondiente al segundo año, y así sucesivamente.

Se ve que las pérdidas anuales van disminuyendo desde la de 520.000 pesetas correspondiente al año primero, á la de 43.380 pesetas correspondiente al año duodécimo. El capital de establecimiento, con los intereses acumulados, se ha convertido en 21.142.059 pesetas.

A partir de esa fecha, los balances anuales producirán beneficios, siendo el máximo el de 233.670 pesetas, correspondiente al año décimo-séptimo, en que se ha llegado á la normalidad tanto en los gastos como en los ingresos. Esa cifra representa poco más de 1 por 100 del capital correspondiente. De consiguiente, según las hipótesis establecidas, la empresa obtendría á los dieciséis años de explotación, además del interés *bancario* del 6 por 100 comprendida la amortización del capital que emplea, un beneficio *industrial* del 1 por 100, el cual es, con evidencia, insuficiente, en un negocio tan arriesgado y aleatorio como es el de que se trata.

Pero es que, además, esos beneficios se han calculado con optimismo, por las razones siguientes: La experiencia demuestra que ninguna obra, en ningún país, se ha constituido con su presupuesto primitivo; y no es necesario ejemplos, porque todo el mundo está hoy penetrado de esta verdad. Realmente, deberían calcularse los gastos de todo negocio, cuando es tan vasto como este, añadiendo poco menos un 50 por 100 al presupuesto detalladísimo y cuidadoso que se redacte, en que no se olvide ningún gasto de todos los que la previsión humana alcance, y sólo así se estará cerca de la verdad. Se han estimado los gastos de establecimiento en 15 millones de pesetas, incluyendo todos los que creemos han de hacerse para la terminación completa de las obras; pero es lo probable que el desembolso llegue á 20 y aun á 25 millones de pesetas. En tal caso, las pérdidas anuales serían de mayor entidad; los beneficios comenzarían, no el año décimo-tercero, como en el cuadro estudiado, sino en el vigésimo-quinto ó trigésimo; con sus intereses acumulados podría llegar á 30 ó 40 millones, y el fracaso sería seguro.

Por otra parte, los ingresos se han calculado con los precios máximos de tarifa; esto es, con el de pesetas 0,20 del metro cúbico de agua, término medio ante los de 0,25 y 0,15 pesetas correspondientes respectivamente á usos domésticos é industriales. ¿Pero es lícito hacer semejante supuesto, cuando nadie ignora que los precios máximos de las tarifas oficiales jamás se aplican en la práctica? Creemos que de ningún modo; siendo para nosotros evidente que al vender el agua al Ayuntamiento de Bilbao y á los demás de la zona, no al detall, sino en el volumen total que cada pueblo consume, para que los Municipios

la distribuyan y administren como tengan por conveniente (único modo de realizar estos abastecimientos), han de hacerse rebajas en los precios de tarifas, cuya introducción en el cuadro estudiado no sólo anularía seguramente el pequeño beneficio industrial calculado sino que reduciría el *bancario* á tipos inaceptables.

Por eso de ninguna manera hubiéramos proyectado las obras que se solicitan guiados sólo por los beneficios que reporte el abastecimiento de los pueblos. Esa sería una especulación arriesgadísima. Pero la explotación de los saltos de agua que existen en el trazado, los cuales engendrarán próximamente una fuerza de 6.000 caballos de 100 kilogramos, será el volante que regule los resultados económicos de la Empresa.

Así, pues, conduciremos á Bilbao, no los 250 litros de agua por segundo que su Ayuntamiento busca, ó los 500 litros que deberían llevarse en todo caso, para asegurar el abastecimiento de una de las zonas populosas, ricas é industriales de España, en un prudente período de más años, sino 1.000 litros por segundo, que convertirán á la floreciente capital de Vizcaya en otra Roma, bajo el punto de vista de la riqueza de las aguas. Sin ese considerable volumen no conseguiríamos los 6.000 caballos que necesitamos para compensar los quebrantos que el abastecimiento de los pueblos podía proporcionar; y repetimos que á esta afortunada circunstancia se deberá la posibilidad económica de llevar á cabo el amplio surtido de agua de Bilbao en las brillantes condiciones de utilidad general con que se proyecta.

Pero cómo, podría objetarse, cómo se segrega tan considerable volumen de agua de un metro cúbico por segundo de los ríos cuando con la mitad habría bastante para un prudencial abasto de las poblaciones? ¿No habrá perjuicios para otros aprovechamientos?

A esto, contestaríamos, en primer término, que sin ese caudal que se solicita no se obtendrá la energía mecánica, en la cuantía necesaria, para que su explotación haga posible la realización de las obras. Es el argumento antes citado.

En segundo lugar, diremos que el volumen de agua sobrante del abastecimiento podrá emplearse, en todo ó parte, en riegos, como se proyectó en Jerez de la Frontera y en Santander por el Ingeniero Sr. Mayo; si bien no hemos considerado prudente admitir esta utilización como partida de ingresos, por lo eventual de ese aprovechamiento en un país tan lluvioso, cuyos campos no requieren generalmente este beneficio para producir sus cosechas.

Por último, sabido es que las reducidas aguas de estiaje del río Cereja, cuyo caudal apenas llega á 100 litros por segundo, desaparecen por completo en los sumideros del terreno cavernoso calizo que forma el cauce de aquella corriente, al atravesar el pueblo de Bercedo, siendo sólo utilizados en dos malos molinos harineros situados entre éste y la presa. De consiguiente, esos 500 litros por segundo que solicitamos en exceso sobre el volumen que racionalmente podría concederse para el abasto de Bilbao, proceden de las aguas de avenidas del mismo río, que hoy nadie aprovecha; que retendremos en el embalse del pantano proyectado, y que utilizaremos el riego y fuerza motriz, mientras el crecimiento de población de la capital de Vizcaya, cuyo límite es imposible calcular, no hagan necesario emplearlas también en el consumo de la población.

Terminaremos esta parte de nuestra Memoria recordando que, según lo resuelto en la Real orden de 24 de Junio de 1882 y en el Real decreto de 18 de Octubre de 1885, las limitaciones que los artículos 164 y 165 de la Ley de Aguas establecen para el surtido de las poblaciones, cuando se trata de expropiar aguas destinadas á otros aprovechamientos, no existe en el caso en que se trata de utilizar *aguas libres*, razón por la cual pueden solicitarse en cantidad que se desee con tal que se demuestre que han de tener un empleo racional, contribuyendo al desarrollo de la riqueza pública, que es el caso en que nos encontramos.

BASES GENERALES DEL PROYECTO

Intereses á que afecta la concesión.—Es evidente que España, más que otros países montañosos, necesita buscar en los riegos y en la explotación la *hulla blanca*, como se llama gráficamente á la energía hidráulica, la compensación á lo riguroso de su clima y á lo quebrado de su territorio. Esta idea, exagerada al convertirse en creencia popular, se halla, desde hace poco tiempo, tan extendida y profundamente arraigada en la población rural, que dificultará en todas partes, ó impedirá en algunas cualquier aprovechamiento de aguas públicas que no beneficie directa y exclusivamente á la zona misma de la corriente que se trata de utilizar. Los campesinos califican de inicuo despojo la derivación de las aguas que atraviesan sus propiedades, y juzgan les

pertenecen; doctrina con que sancionan la defensa de sus intereses contra el más remoto dato ó perjuicio imaginario que se presuma pueda irrogarles un aprovechamiento de aguas, por beneficioso que sea para otros intereses de mayor importancia ó de carácter general.

No parecerán impertinentes estas consideraciones al que viva en la realidad, pues si en todo el mundo es grave obstáculo para cualquiera industria la hospitalidad del país donde ha de establecerse, en España hace imposible su existencia.

La derivación, que se solicita, de las aguas del Cerneja, no causará el menor perjuicio á la localidad, antes por el contrario, la reportará notorios beneficios, según hace ver el plano general del trazado, que comprende toda la cuenca del arroyo y de sus afluentes. Los dos molinos maquileros, que ahora trabajan en pésimas condiciones, y han de ser necesariamente adquiridos por el concesionario, producen una renta insignificante, y demuestran prácticamente que no han de ampliarse los aprovechamientos del Cerneja, para usos industriales; pero como en el kilómetro tercero del canal proyectado se comprende un salto de 24 metros de altura, la energía correspondiente, de 320 caballos, ha de aplicarse al establecimiento de nuevas industrias, siendo lo más probable, que el salto se utilice para la producción de energía eléctrica, que se distribuya á los pueblos inmediatos. Y si desde el punto de vista industrial, la comarca ha de ser beneficiada, no sufrirá perjuicio alguno, por otros conceptos; porque Agüera y Bercedo, únicos pueblos de cuenca del Cerneja, tendrán agua sobrada para su abastecimiento con el caudal del arroyo Garnacho, que nace en un manantial abundante y afluye al Cerneja más abajo de la presa proyectada; y á nadie ha de ocurrírsele que ni en el más remoto porvenir puedan regarse aquellas tierras estériles.

Como el Cerneja desaparece en un sumidero cerca de Bercedo, sólo afecta la concesión solicitada á los dos pueblos mencionados.

Calidad de las aguas.—Siendo el principal objeto de las obras proyectadas el abastecimiento de aguas potables á Bilbao, es preciso que éstas sean de manantial ó de montaña, por exigirlo así el programa publicado por el Ayuntamiento de la Villa, ajustado á los buenos principios de la higiene.

Antes se ha dicho, que las condiciones económicas de la cuestión obligaban á conducir una crecida cantidad de agua, para que su aprovechamiento en usos industriales y especialmente en grandes saltos, supliera la pérdida que ocasionará el suministro de agua potable. Esta condición sólo podrá satisfacerse derivando aguas corrientes, porque inútil sería buscar un manantial de 1.000 litros por segundo en lo alto de la cordillera Cantábrica.

Sabido es que las aguas de lluvia en las regiones elevadas, son de una gran pureza (1), y sin el inconveniente de lo variable de su temperatura (2) serían superiores, por muchos conceptos, á las de manantial, á condición, por supuesto, de que las aguas no se contaminen al correr por la superficie del terreno antes de llegar al cauce.

Durante muchos años, fué general en Francia la prevención de Belgrand, confirmada por Dupuit, contra el uso de las aguas corrientes para el abastecimiento de poblaciones; pero desde hace algún tiempo los mismos escritores franceses reconocen, de acuerdo con los Ingenieros é higienistas ingleses, alemanes y holandeses, que las aguas corrientes de montaña son preferibles, en muchos casos, á las de manantial (3).

La vertiente meridional del puerto de los Tornos, que forma el valle del Cerneja, está constituida por «una serie muy potente, en que las rocas dominantes son areniscas y que corresponden al tramo cenomane», según dicen en su informe los Ingenieros de minas y reputados geólogos Sres. Mallada y Adán de Yarza.

(1) «En general, pues, las lluvias de estas regiones están casi exentas de materias salinas, de detritus orgánicos, de gérmenes aéreos, de compuestos amoniacales si no nítricos, y de todos estos miasmas y microbios que se elevan continuamente del estiércol de las grandes aglomeraciones humanas y cargan las aguas de las regiones inferiores.» Rochard, *Encyclopédie d'Hygiène*, T. II, página 388.

(2) No desmerece la calidad de agua potable porque su temperatura sea inferior á la de 6° á 10°, que recomiendan los higienistas. Pigoant dice en su obra titulada *Principes de l'assainissement des habitations des Villes*, pág. 38, «es mais ano, ciertamente, beber agua fría, cuando el cuerpo está acalorado por un ejercicio violento, pero esto no es más que una excepción que no debilita en nada la regla general. Por otra parte, el agua fría, en tal caso, no ofrece peligro si se continúa ejercitando el cuerpo como antes de haber bebido. Así es que los turistas y los cazadores de gamuzas, que suben á los Alpes, beben agua helada sin inconveniente, cuando emprenden su marcha en seguida».

En los Estados Unidos es general el uso del agua helada, y en Europa se extiende de día en día.

(3) «Las aguas de ríos y de lagos en los distritos montañosos, estériles é inhabitados, donde las lluvias son abundantes y hallan una salida rápida, deben ser colocadas en la categoría de las aguas más salubres.» Putzeys, *L'Hygiène dans la construction des habitations privées*, pág. 291.

Sobre este subsuelo impermeable se extiende una delgada capa de tierra, cubierta de hierba todo el año, pero desprovista de arbolado é impropia para el cultivo. En el valle no hay más edificio que una antigua venta abandonada, en la cuenca del arroyo Ventorrillo; el tránsito por la carretera es insignificante, y sólo durante el estío pastan en aquellas laderas algunas cabezas de ganado lanar.

La constitución geológica y topográfica del terreno, la clase de vegetación que le cubre, la carencia absoluta de población, la falta de cultivo, lo limitadísimo de la ganadería y lo reducido del tránsito, son otras tantas circunstancias favorables para que las aguas superficiales no se carguen de substancias minerales en disolución, ni arrastren materia orgánica ó micro-organismos. No es, pues, de extrañar, que el grado hidrotimétrico total sea solamente 3, según expresa el certificado del Laboratorio Municipal de Bilbao.

Para formarse idea de la calidad del agua que esta cifra representa, baste recordar, que se califica de agua muy pura la de un grado hidrotimétrico inferior á 15°, y de buena agua potable, adecuada para el lavado y para la cocción de legumbres, la de un grado variable de 15° á 30° (1). Las famosas aguas *Virgine y Felice*, de Roma, tienen 11°, 2 y 18°, 2 respectivamente; las de Londres de 15° á 23°, las de Liverpool y de Manchester 16°, 8, las de Edimburgo y Newcastle 7°, y las de Glasgow 5°, 6 (2); citándose preferentemente las principales ciudades inglesas, por ser el país en que más atención se presta á las cuestiones de urbanización. Entre los numerosos abastecimientos citados por Bourdon y Boudet (3), sólo aventajan á las aguas del Cerneja las de Theoule (Alpes marítimos), que miden 1.° hidrotimétrico, y se aproximan á aquellas las aguas del Allier, en Moulins, del Lozoya y de Méjico, que miden 3°, 5°, 4°, 5° y 4° respectivamente.

Demuestra el análisis de la composición química de las aguas, que satisface con gran exceso á las condiciones marcadas en el concurso abierto por el Ayuntamiento de Bilbao para la presentación de proyectos de abastecimiento, según expresa el siguiente cuadro comparativo:

	Condiciones del programa.	Resultado del análisis.	Observaciones.
	Mg. por litro.	Mg. por litro.	
Grado hidrotimétrico.	18°	5°	(1) Desecado al 80°
Residuo fijo.....	De 50 á 300 (1)	60 (2)	(2) Desecado al 100°
Pérdida por calcinación.....	De 15 á 40	13	(3) Solución ácida.
Sales fijas.....	Inferior á 200	51,5	(4) Solución alcalina.
Anhidro sulfúrico....	60	6,8	
Anhidro nítrico.....	2	0,0	
Cloro.....	40	6,8	
Materia orgánica en ácido oxálico.....	20	13,79 (3) 9,85 (4)	
Nitrógeno albuminóideo.....	0,5	Trazas débiles.	
Nitritos.....	0,0	0,0	
Hierro, aluminio y manganeso.....	3,0	Trazas.	
Oxígeno disuelto.....	(cm. ³) 3	5,59	

No son menos favorables los resultados del análisis bacteriológico; porque el número de 1.785 gérmenes por cm. cúbico corresponde á una buena agua potable, y en el programa del Ayuntamiento de Bilbao sólo se prescribe que el agua no contenga gérmenes patógenos, condición que está cumplidamente satisfecha. A fin de que se aprecie fácilmente la calidad de las aguas, se indica á continuación las reglas admitidas por el Comité consultivo de higiene pública de Francia (4).

Es de advertir, que las muestras del agua para el análisis se tomaron á principios de Septiembre, ó sea cuando las primeras lluvias de otoño pueden arrastrar mayor cantidad de sustancias solubles, de materia orgánica y de gérmenes, depositados en las laderas durante los meses de verano.

LUIS VASCONI.—JOSÉ BORES.
Ingenieros de Caminos.

(Continuad.)

(1) Debaure.—*Distributions d'eau*, T. I, pág. 269.

(2) Rochard Op. cit. T. II, pág. 433.

(3) *Hidrotimetría*, págs. 31 y siguientes.

(4) Debaure, Op. cit. t. I, pág. 246.