

SEGUNDA MEMORIA

QUE CONTIENE LOS TRABAJOS HECHOS

ACERCA DEL

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

QUE DISCURREN POR LAS ALCANTARILLAS DE MADRID.

POR

D. LUIS JUSTO Y VILLANUEVA

Ingeniero industrial, Doctor en ciencias.
Catedrático de la escuela de Ingenieros industriales en Barcelona.
Caballero de la Real orden americana de Isabel la Católica.
Socio de número de la Real Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona.
de Mérito del Instituto agrícola catalán de San Isidro.
Profesor de Agricultura
y Director del Museo y del Laboratorio agrícola, protegido por esta misma sociedad.
Socio corresponsal de la Sociedad de Agricultura valenciana.
Residente de la de Amigos del País de Barcelona,
etc., etc.



MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRAFICO DE EDUARDO CUESTA

calle del Rollo, núm. 6, bajo.

1876.

139J, exp. 209

MEMORIA.

SEGUNDA MEMORIA

QUE CONTIENE LOS TRABAJOS HECHOS

ACERCA DEL

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

QUE DISCURREN POR LAS ALCANTARILLAS DE MADRID.

POR

D. LUIS JUSTO Y VILLANUEVA

Ingeniero industrial, Doctor en ciencias,
Catedrático de la escuela de Ingenieros industriales en Barcelona,
Caballero de la Real orden americana de Isabel la Católica,
Socio de número de la Real Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona,
de Mérito del Instituto agrícola catalán de San Isidro,
Profesor de Agricultura
y Director del Museo y del Laboratorio agrícola, protegido por esta misma sociedad,
Socio corresponsal de la Sociedad de Agricultura valenciana,
Residente de la de Amigos del País de Barcelona,
etc., etc.



MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRAFICO DE EDUARDO CUESTA

calle del Rollo, núm. 6, bajo.

1876



R. 18699

SEGUNDA MEMORIA

DEL GOBIERNO DE ESPAÑA

PROYECTO DE LEY

DE REFORMA DE LAS LEYES DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

DE ENJUICIAMIENTO

EXCMO. SR.:

En 17 de Abril de 1874, tuve la honra de presentar á V. E. una Memoria que contenia los trabajos hechos por mí acerca del aprovechamiento de las aguas que discurren por las alcantarillas de Madrid. Esta Memoria estaba dividida en tres partes. La primera contenia: 1.º, un preámbulo acerca de la importancia de este problema, tanto para la salubridad de las grandes poblaciones, como para beneficio de la Agricultura; 2.º, una nota de mas de sesenta poblaciones ó grandes establecimientos de Inglaterra, Escocia, Irlanda, Francia y Alemania, en donde está aplicado en gran escala el aprovechamiento de las aguas de las alcantarillas; 3.º, los estudios y trabajos prácticos que yo he hecho acerca de este asunto; 4.º, el origen de la idea de estudiar las aguas de las alcantarillas de Madrid, y las dificultades con que habia de tropezar. La segunda parte contenia: 1.º, los detalles de la recoleccion de las aguas en las bocas de las alcantarillas de Madrid; 2.º, el resul-

tado de los análisis practicados en mi Laboratorio particular de Barcelona ; 3.º, la comparacion entre la riqueza de estas aguas y las de otras poblaciones. La tercera parte era un cálculo aproximado del valor de estas aguas con el presupuesto de gastos probables de instalacion, de explotacion y de produccion agrícola, y por consiguiente el producto probable que el consumo total de todas estas aguas podria dar á las arcas municipales.

Presentada á V. E. esta Memoria, se dignó acordar sobre ella lo que consta en la siguiente comunicacion:

« AYUNTAMIENTO DE MADRID.—*Secretaría.*—*Seccion primera.*—*Negociado de Policia Urbana.*—El Excmo. Ayuntamiento de esta M. H. Villa ha visto con satisfaccion los estudios que en el año de 1873 y 1874 se han llevado á cabo por D. Luis Justo y Villanueva con conocimiento del ramo de Fontanería y Alcantarillas, y de entera conformidad con lo propuesto por la Comision de Policia Urbana, se ha servido en 5 de Octubre corriente aprobar en todas sus partes lo propuesto por dicha Comision, cuyo contenido es el siguiente :

»1.º Que la Villa de Madrid, en atencion á no tener trabajo anterior de esta especie relativo á las aguas fecales, considere como suyos los ejecutados por D. Luis Justo y Villanueva hasta el 17 de Abril del corriente año y los que actualmente está llevando á efecto en la tercera casa Consistorial con conocimiento de la Comisaría de Alcantarillas y de la de Casas Consistoriales que desempeña el Excmo. Sr. D. Victor Cardenal, quien con notable in-

terés é ilustracion ha facilitado para el laboratorio provisional cuanto se le ha pedido para llevar á efecto las operaciones emprendidas el 10 del corriente mes.—2.º Que por el Excmo. Ayuntamiento se den las gracias al Sr. D. Luis Justo y Villanueva por el celo y desinterés con que está llevando á cabo los estudios necesarios para el conocimiento de las aguas fecales de Madrid.—3.º Que en atencion á la utilidad que por sus conocimientos y trabajos en esta materia pueda prestar al pueblo de Madrid el Sr. Villanueva, se le nombre Vocal de la Junta Consultiva municipal, pudiendo asistir á sus juntas con voz y voto siempre que se hallare en Madrid.—4.º Que los gastos que se originen en lo sucesivo en el estudio de estas aguas se sufragen con cargo al presupuesto ordinario del ramo de Fontanería-Alcantarillas, el que asimismo deberá ir formando lentamente y con su presupuesto, un Laboratorio.—5.º Que de los ingresos que por el usufructo de estas aguas se vayan obteniendo, se dedique por ahora una parte de ellos, tambien á sufragar los gastos de ensayos y estudios que tienen por objeto fijar un arbitrio permanente para la Villa de Madrid, procedente del aprovechamiento de las aguas fecales.—6.º Que por dicho Sr. Villanueva, en union del personal facultativo del ramo de Fontanería-Alcantarillas, y en vista del resultado de estos estudios, se vaya preparando el trabajo necesario para aumentar el cánon anual que la Villa ha de percibir por fanega de tierra y hectárea que se riegue con aguas de Alcantarilla.—7.º Que en las condiciones que se impongan en lo sucesivo á los propietarios y colonos de tierra del término

municipal de Madrid que rieguen con agua de Alcantarilla, se tenga presente, como hasta ahora se ha hecho, de que estas concesiones no sean un obstáculo para la enajenación ó arriendo de estas aguas en lo sucesivo, bien sea en su totalidad para todas las que producen las bocas desaguadoras de las alcantarillas, bien sea parcialmente para cada una de ellas.—8.º Que ínterin no se fije definitivamente el cánon anual que ha de pagarse por el arrendamiento de estas aguas, no se permita especular con ellas ni se concedan á quien no sea propietario ó colono de tierras en el término municipal de Madrid.—9.º Que para facilitar á los interesados el que puedan tomar estas aguas y economizarles el coste de las escrituras que en algunos casos es mayor que el arrendamiento que pagan á la Villa de Madrid por las aguas, se abra en la Comisaría del ramo un libro talonario de riego para aguas fecales y se despachen con intervencion de la Contaduría y Pagaduría y por dicha Comision las respectivas licencias para regar con expresion del dia exacto en que terminan y linderos y cabida de cada finca.—10. Que entre los propietarios y colonos que obtengan permiso para regar, se nombre una Comision que arregle entre todos los regantes, con intervencion del Alcalde Presidente ó del Comisario su delegado todas las cuestiones que se refieran á los partidores de aguas, horas en que han de practicarse los riegos, y época y número de estos que ha de asignarse á cada regante en vista de las semillas que cultive, de la calidad del terreno y de la potencia de las aguas.—11. Que se vigile por el ramo de Fontanería-Alcantarillas

las posesiones que se rieguen con aguas de Alcantarilla á fin de que no se hagan embalses que perjudiquen á la salubridad pública, ni se destinen las aguas á otras fincas mas que á las que paguen cánon á la Villa de Madrid.— Lo que participo á V. S. para su conocimiento y efectos consiguientes.—Dios guarde á V. S. muchos años.—Madrid 18 de Octubre de 1874.—José Dicenta.—Señor Comisario de Fontanería-Alcantarillas.»

En vista de la anterior comunicacion decidí emprender un nuevo trabajo practicando análisis con aguas recogidas á diferentes horas del dia á fin de tener una composicion media algo mas exacta que la que resulta del trabajo anterior, continuando al mismo tiempo á la mira del adelanto que experimenta la resolucion de este problema en los paises extranjeros. Del resultado de todos estos trabajos es de lo que voy á tener el honor de dar cuenta á V. E. en esta segunda Memoria.

I.

Sabido es que en Inglaterra es donde ha tenido origen en la época actual el aprovechamiento de las aguas fecales; y digo en la época actual, porque este sistema estaba puesto en planta en la antigüedad en bastantes poblaciones de importancia.

Segun la investigacion recientemente llevada á cabo por la Cámara de los Comunes inglesa, resulta que, en 1.º de Abril de 1875, se utilizaban estas aguas en cuarenta y dos poblaciones, siendo explotadas por las entidades que á continuacion se expresan; hay además una multitud de aprovechamientos particulares, tales como los de las Cárceles, Hospicios, Escuelas, etc., que gastan sus materias fecales, aguas de limpieza y demás en el cultivo de las huertas y campos que sirven para la manutencion de los asilados, muchos de cuyos establecimientos fueron ya citados en mi primera Memoria.

Inglaterra no se contenta con propagar este sistema por Europa, sino que trata de aclimatarlo en las colonias, para cuyo efecto le ha aplicado recientemente en su magnífica granja experimental de Madras, en la India.

ESTADO de las poblaciones inglesas en donde se aprovechan las aguas de las alcantarillas, según la relación presentada á la Cámara de los Comunes en 1.º de Abril de 1873.

NÚM. de órden.	NOMBRE DE LA POBLACION.	NÚMERO de habitantes cuyas deyecciones y aguas se aprovechan.	UTILIZACION de las aguas sobre el campo.
1	Altrincham	8,748	Por el Consejo local.
2	Ashby-de-la-Zouch.	4,200	Idem.
3	Banbury	11,718	Idem.
4	Bedford	16,851	Idem.
5	Bishop's Stortford	6,250	Idem.
6	Blackburn	76,000	Por la Bailía (Bourg).
7	Bury Saint-Edmunds	14,928	Por concesionario.
8	Braintree	4,790	Por el Consejo local.
9	Chelmsford	8,000	Por un colono.
10	Cheltenham	45,000	Por cinco colonos.
11	Chorley	13,000	Por la Autoridad parroquial.
12	Croydon Beddington	45,000	Por concesionario.
13	Crydon-South-Norwood	7,500	} Por el Consejo local.
	East Barnet	2,924	
14	Edmonton	13,859	Por la Autoridad parroquial.
15	Epsom	6,276	Por el Consejo local.
16	Eton	3,000	Por arrendamiento.
17	Harrogate	6,000 en invierno. 14,000 en verano.	Por el Consejo local.
18	Harrow	5,010	Idem.
19	Kidderminster	19,463	Idem.
20	Maidenhead	6,137	Idem.
21	Malvern	5,694	Por la Bailía (Bourg).
22	Malvern-Link	2,000	Por un colono.
23	Merthyr Tydfil	52,000	Por concesionario.
24	Ormskirk	6,000	Por el Consejo local.
25	Penshurst	250	Idem.
26	Plympton Saint Mary	2,267	Por concesionario.
27	Reigate	15,914	Idem.
28	Romford	6,335	Por la Bailía.
29	Rugby	8,400	Por concesionario.
30	Saint-Nicholas	1,200	Por el Consejo local.
31	Southampton	6,000	Por la Autoridad local.
32	Swaffham	3,700	Idem.
33	Swindon-Ville-Neuve	7,628	} Por arrendamiento de la Au- toridad parroquial.
	Swindon-Ville-Vieille	4,092	
34	Swindon-Ville-Vieille	4,092	} Por la Autoridad local. »
	Swinton et Pendlebury	»	
35	Tunbridge Wells	19,410	Idem.
36	Tyldesley et Shakerley	3,000	Idem.
37	Warwick	11,000	Por el Consejo local.
38	Watford	7,500	Idem.
39	Wilsden	1,500	Por un colono.
40	Wolverhampton	68,237	Por concesionario.
41	Worthing	8,000	Por compañía.
42	Wrexham	8,537	Por arrendamiento.

En la tabla anterior no están comprendidas las explotaciones de Edimburgo, Lóndres y otras poblaciones de primer orden, de que me ocupé en mi anterior Memoria, y cuya importancia aumenta cada vez mas.

Fuera de Inglaterra tambien va adelantándose en ese trabajo , pues tenemos las explotaciones de Aix (Provenza) , Montpellier y Reins.

En Prusia ha sido establecido en Dantzick.

Estas materias no se utilizan en todas partes por el mismo sistema : ni tampoco en todas se utiliza directamente el agua , sino las materias que esta contiene en suspension , precipitándolas por cualquiera de los agentes propios para este objeto ó filtrándolas.

Como en esta Memoria no he de ocuparme yo del sistema de explotacion que convendria plantear en Madrid , creo inútil entrar en explicaciones acerca de los diferentes que existen , reservándolas para una tercera en el caso de que esta sea aprobada.

II.

Antes de dar cuenta de este segundo trabajo, séame permitido copiar los trabajos prácticos de laboratorio que puse en mi primera Memoria y sus consecuencias.

«Expuestas al Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director de Fontanería y Alcantarillado de Madrid todas las dificultades con que habrá que luchar, se hizo cargo de ellas, y resolvimos hacer un primer ensayo para ver hasta qué punto era factible uno de los dos procedimientos que nos habíamos propuesto emplear, á saber: tomar grandes cantidades de agua y concentrarlas allí mismo; traer pequeñas cantidades de agua en estado natural á mi laboratorio particular de Barcelona; analizar ambas aguas, las concentradas y las naturales, y comprobar los resultados obtenidos.

»La concentracion de aguas se hizo en la Casa de máquinas de la Montaña, en donde en un rincon se construyó un hornillo de campaña, y encima se puso un caldero grande de cobre. Las aguas concentradas se ponian en vasijas de hoja de lata que se soldaban en caliente. Las aguas naturales se recogian en las mismas bocas de las alcantarillas, en las vasijas de hoja de lata en que habian de ser conducidas á Barcelona, y acto contínuo se soldaban estas vasijas, tan llenas como era posible.

»Convenido ya el plan y preparados los aparatos de la

manera que queda dicha, bajé á todas las alcantarillas, en los dias que á continuacion se expresan y acompañado por las personas siguientes:

»Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director facultativo de los ramos de Fontanería y Alcantarillado.

»Sr. D. Valentin Gomez, Ayudante facultativo de Fontanería.

»Sr. D. Rafael Justo y Villanueva, Visitador de Fontanería y Alcantarillado.

»Enrique Gomez, Oficial de visita de Fontanería.

»Martín Gordo, Ayudante de visita de Fontanería.

»Me acompañaban además el número de peones necesarios para los trabajos que debíamos hacer en las alcantarillas.

»Los dias en que se hizo la operacion de recoger los líquidos que circulaban por estas alcantarillas fueron los siguientes:

DIA 23 DE JULIO DE 1873.

»A las nueve y cuarenta y ocho minutos de la mañana: alcantarilla del Paseo de las Acacias, llamada del Gas.

»A las diez y cuarenta y cinco minutos de la misma: alcantarilla del Paseo Imperial, llamada del Aguila.

DIA 24 DE JULIO DE 1873.

»A las ocho y quince minutos de la mañana: alcantarilla de San Francisco.

- »A las nueve de la misma: alcantarilla de Segovia.
- »A las diez de la misma: alcantarilla del Puente del Rey.

DIA 26 DE JULIO DE 1873.

»A las ocho y treinta minutos de la mañana: alcantarilla de Atocha ó del Carcabon.

»A las diez de la misma: alcantarilla de Embajadores.

»En todas estas alcantarillas se recogió el líquido en el mismo arco de la boca de entrada, con el objeto de que participase de todas las materias que á la alcantarilla pudiesen acudir.

»Para recoger estos líquidos se llenaron cubas de madera con sus correspondientes tapas que, una vez llenas, fueron masticadas con el mastic de fontanero, á fin de que no tuvieran pérdida en el camino.

»Las cubas llenas fueron conducidas por el carro de Fontanería á la Casa de máquinas sita en la Montaña del Príncipe Pio, en donde, como ya se ha dicho, gracias á la benevolencia de los Sres. Comisarios y Arquitecto Director de Alcantarillado y Fontanería, se habia construido el hornillo para concentrar los caldos antes citados á fin de reducirlos á una cuarta parte de su volúmen.

»Al principiar esta operacion estudié si la filtracion prévia podria servir de algo: empecé por usar filtros de papel; pero estos se entrapaban en seguida y no dejaban pasar el líquido: ensayé luego las mangas de lana, y sucedia lo mismo poco mas ó menos; en los primeros momentos pasaba sin filtrarse y despues se entrapaba el

pañó y no filtraba, así que tuve que abandonar estos procedimientos y limitarme á concentrar el líquido hasta que quedase reducido á unos diez ó doce litros; caliente aun, fué depositado en vasijas de hoja de lata construidas por el hojalatero del ramo de Fontanería.

»Se puso el líquido caliente dentro de las vasijas con el objeto de que, emitiendo vapores al tiempo de ser estas soldadas, cuando luego se enfriase, quedase un vacío que sirviese para el caso en que los líquidos contenidos entrasen en fermentacion durante el viaje.

»Soldadas las vasijas, fueron colocadas inmediatamente en un cajon de madera, construido en el taller de carpintería del ramo antes citado, y conducidas desde la Casa de máquinas á la estacion del ferro-carril de Madrid á Zaragoza y Barcelona.

»Todas estas operaciones han sido hechas con arreglo á mis instrucciones y bajo mi vigilancia; por consiguiente yo no puedo echar á nadie la culpa mas que á la imposibilidad material de la cosa del mal éxito que han tenido estos trabajos preparatorios.

»Llegado yo á Barcelona y recibido el cajon en que venian las citadas vasijas, procedí á su apertura, y encontré:

»1.º Que solo estaban en el estado en que salieron de Madrid las latas pertenecientes á las alcantarillas de San Francisco.

Atocha ó Carcabon.

Puente del Rey.

»Habiendo reventado en el camino las correspondientes á:

Aguila.

Segovia.

Gas.

Embajadores.

»Y llegado aquí por consiguiente nada mas que con una parte del líquido que salió de Madrid.»

«He dicho que temiendo ya el hecho que se acaba de citar, habia pensado en recoger otra cantidad de agua y traerla á Barcelona en su estado natural. Al efecto, el dia 2 de Agosto de 1873 bajé á las alcantarillas acompañado por los señores antes citados, y recogí en todas ellas aguas á las horas que á continuacion se expresan:

»A las ocho de la mañana: alcantarilla de Atocha ó Carcabon.

»A las ocho y treinta minutos de la misma: alcantarilla de Embajadores.

»A las nueve de la misma: alcantarilla llamada del Gas.

»A las nueve y treinta minutos de la misma: alcantarilla llamada Aguila.

»A las diez de la misma: alcantarilla de San Francisco.

»A las diez y treinta minutos de la misma: alcantarilla de Segovia.

»A las once de la misma: alcantarilla de Puente del Rey.

»En todas estas alcantarillas se recogió el líquido en el arco de la boca de entrada con el objeto de que participase de todas las aguas que á ella pudiesen afluir.

»Recógidas estas con las debidas precauciones y depo-

sitadas despues en vasijas de hoja de lata, construidas por el hojalatero del ramo de Fontanería, fueron convenientemente soldadas y colocadas dentro de un cajon y conducidas á la estacion del ferro-carril de Madrid á Zaragoza y Barcelona, verificándose estas operaciones segun mis instrucciones y bajo mi inmediata vigilancia.

»Llegado yo á Barcelona y recibido el cajon en que venian las citadas vasijas, procedí á su apertura, y encontré:

»1.º Que solo estaban en el estado en que habian salido de Madrid las latas pertenecientes á las alcantarillas de:

Puente del Rey.

Gas.

Atocha ó Carcabon.

»2.º Que habian reventado en el camino por efecto de la fermentacion pútrida, llegando aquí próximamente con la mitad del líquido, las correspondientes á las alcantarillas de:

Embajadores.

San Francisco.

»3.º Que habian reventado en el camino, llegando aquí completamente vacías, las correspondientes á las alcantarillas de:

Segovia.

Aguila.

»Con lo expuesto se ve la imposibilidad en que me encuentro de poder hacer estos estudios en Barcelona; pues á pesar de haber sido traídas estas aguas á gran velocidad y en wagon cerrado, sin embargo, han sufrido alteraciones que anulan la exactitud del trabajo que yo he hecho,

el cual no puede admitirse mas que como un tanteo previo.»

«Muchas son las aplicaciones que pueden darse á estas aguas, pero como alguna habia de ser la primera que empezara yo á estudiar, me fijé en la que en mi concepto tiene mas importancia, cual es el uso de estos líquidos para el riego de los campos, llevando así á ellos, no solo el agua, sino la materia fertilizante. Considerada la cosa de este modo, habia que determinar en estas aguas las condiciones siguientes:

»1.^a La cantidad de residuo que dejan por su evaporacion.

»2.^a Qué parte de este residuo es orgánica y cuál inorgánica.

»3.^a La cantidad de ázoe.

»4.^a La de ácido fosfórico.

»No entraré á explicar aquí la série de operaciones químicas que he practicado para llegar á obtener estos resultados, pues no lo creo necesario, limitándome á presentar la tabla siguiente que los contiene. En ella figuran en primer lugar las aguas que fueron concentradas en Madrid, que son las recogidas en los dias 23, 24 y 26 de Julio, y despues las que se trajeron en su estado natural á Barcelona, que son las recogidas en 2 de Agosto de 1873.

TABLA de los resultados obtenidos en los análisis practicados en mi de San Isidro» en Barcelona, con las aguas recogidas

	FECHA de la recolección de las aguas.	NOMBRES de las alcantarillas.	CANTIDAD recogida en litros.	Temperatura termómetro centígrado.	GRADOS del termómetro.	CANTIDAD del residuo obtenido en gramos.	CANTIDAD del residuo por litro en gramos.
AGUAS CONCENTRADAS	23 de Julio de 1873. 9 h. 48' mañana.	Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	40	18°	1,5	Perdido: se reco- gieron 72 grms.	»
	23 de Julio de 1873. 10 h. 45' mañana.	Paseo Imperial (v.) del Aguila.	39	18°	2	Perdido: se reco- gieron 129 grms.	»
	24 de Julio de 1873. 8 h. 45' mañana.	San Francisco.	39	16°	2	97	2,487
	24 de Julio de 1873. 9 h. mañana.	Segovia.	34	16°	1,5	Perdido: se reco- gieron 167 grms.	»
	24 de Julio de 1873. 10 h. mañana.	Puente del Rey.	38	18°	1	119	3,131
	26 de Julio de 1873. 8 h. 30' mañana.	Atocha ó Carca- bon.	37	17°	1,5	124	3,351
	26 de Julio de 1873. 10 h. mañana.	Embajadores.	38	17°	1,5	Perdido: se reco- gieron 135 grms.	»
AGUAS NATURALES.	2 de Agosto de 1873. 8 h. mañana.	Atocha ó Carca- bon.	6,75	17°	1	13	1,776
	2 de Agosto de 1873. 8 h. 30' mañana.	De las Acacias (v.) Gas.	6,5	17°	1	19	2,900
	2 de Agosto de 1873. 9 h. mañana.	Embajadores.	Perdido en parte: llegaron 3,010 lit.	17°	2	Perdido: se reco- gieron 21 grms.	Dudoso 6,774
	2 de Agosto de 1873. 9 h. 30' mañana.	Aguila.	Perdido.	»	»	»	»
	2 de Agosto de 1873. 10 h. mañana.	San Francisco	Perdido en parte: llegaron 3 litros.	17°	2	Perdido: se reco- gieron 12 grms	Dudoso 4
	2 de Agosto de 1873. 10 h. 30' mañana.	Segovia.	Perdido.	»	»	»	»
	2 de Agosto de 1873. 11 h. mañana.	Puente del Rey.	7	18°	1	17	2,428

Laboratorio particular establecido en el «Instituto Agrícola Catalan das en las alcantarillas de Madrid en el año 1873.

Cantidad obtenida p. % de residuo sólido		Cantidad obtenida por litro de agua natural.		Cantidad de		Cantidad de		CANTIDAD de ácido fosfórico obtenido por 100 de residuo sólido en gramos.	CANTIDAD de ácido fosfórico obte- nido por litro de agua en gramos.
Materia inorgá- nica.	Materia orgánica.	Materia inorgá- nica.	Materia orgánica.	Ázoe obtenido por 100 de residuo sólido en gramos.	Amoniaco equi- valente.	Ázoe obtenido por litro de agua en gramos.	Amoniaco equi- valente.		
34,00	66,00	»	»	1,400	1,700	»	»	12,800	»
48,25	51,75	»	»	5,750	6,982	»	»	9,90	»
55,33	44,67	1,37	1,11	5,100	6,192	0,126	0,153	4,70	0,116
43,25	56,75	»	»	8,400	10,200	»	»	5,70	»
78,87	21,13	2,46	0,66	1,400	1,700	0,043	0,052	5,80	0,181
50,48	49,52	1,69	1,66	5,950	7,225	0,199	0,241	6	0,201
58,42	41,58	»	»	1,400	1,700	»	»	7	»
65,60	34,40	1,16	0,61	12,500	15,178	0,212	0,257	7	0,124
57,75	42,25	1,67	1,22	12,200	14,814	0,35	0,425	6,60	0,191
59,60	40,40	Dudoso. 1,86	Dudoso. 1,37	11	13,357	Dudoso. 0,74	0,898	Dudoso. 8,70	Dudoso. 0,589
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
65,33	34,67	Dudoso. 1,16	Dudoso. 0,61	12,500	15,178	Dudoso. 0,50	0,607	Dudoso. 5,50	Dudoso. 0,220
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
65,33	34,67	1,58	0,84	16	19,428	0,38	0,461	11	0,267

» Si comparamos entre sí los resultados obtenidos en esta tabla, veremos que distan mucho de concordar los obtenidos con las aguas concentradas en Madrid y con los que han venido sin concentrar. Esta diferencia se nota en la siguiente tabla:

Cantidades contenidas por litros.

Alcantarillas.		Residuo sólido en gramos.	Materias orgánicas en gramos.	Materias inorgánicas en gramos.	Azoe en gramos.	Acido fosfórico en gramos.
Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	Aguas concentradas en Ma- drid.....	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	2,900	1,67	1,23	0,35	0,101
Del Paseo Imperial (v.) Águila.....	Id. concentradas en Madrid.	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
De San Francisco..	Id. concentradas en Madrid.	2,487	1,37	1,11	0,126	0,116
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	Reventó la vasija en el camino.				
De Segovia. . . .	Id. concentradas en Madrid.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Del Puente del Rey.	Id. concentradas en Madrid.	3,131	2,46	0,67	0,043	0,181
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	2,428	1,59	0,83	0,38	0,267
De Atocha ó Carca- bon.....	Id. concentradas en Madrid.	3,351	1,68	1,67	0,199	0,201
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	1,776	1,16	0,61	0,212	0,124
De Embajadores.	Id. concentradas en Madrid.	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Término medio de todos los ensayos. . .		2,679	1,655	1,020	0,218	0,180

» Si examinamos estos resultados, hemos de empezar por prescindir de las alcantarillas del Paseo Imperial (v.) Águila, de Segovia, y de Embajadores, de las cuales

unas vasijas han llegado aquí completamente vacías y otras con pequeñas cantidades de líquido: tambien hemos de prescindir de la de San Francisco y de la del Paseo de las Acacias (v.) Gas, por haberse inutilizado una de las dos vasijas: queda, pues, reducida la comparacion á la alcantarilla de Puente del Rey y á la de Atocha ó del Carcabon.

»Examinadas las cifras que resultan para las aguas de estas alcantarillas en la tabla anterior, resultan hechos muy dignos de notar, á saber:

»1.º La cantidad de residuo sólido obtenido en ambos casos, es mucho mayor en las aguas concentradas en Madrid, que en las que han venido en estado natural.

»2.º La cantidad de materias orgánicas contenidas en las aguas concentradas en Madrid, es mayor que la contenida en las traídas en estado natural.

»3.º La cantidad de ázoe contenida en las aguas concentradas en Madrid, es mayor que la contenida en las que han venido en estado natural.»

III.

Las dificultades que se han enumerado ocurridas en el trabajo anterior hicieron que de acuerdo con D. Félix Gomez modificase el procedimiento seguido decidiendo hacer la evaporacion del agua en Madrid mismo en el acto de su recoleccion.

Al efecto bajé á las alcantarillas á recoger nuevas cantidades de aguas en los dias y horas que se expresan y acompañado por las personas cuyos nombres figuran á continuacion:

Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director de los ramos de Fontanería y Alcantarillado de Madrid.

Sr. D. Rafael Justo y Villanueva, Visitador de Fontanería y Alcantarillado.

Sr. D. Calixto Gonzalez, Visitador de Fontanería.

D. Victoriano Carmona, Inspector de vigilancia subterránea.

Francisco Amorós, Capataz de vigilancia subterránea.

D. Juan Argemi, discípulo de mi Laboratorio en Barcelona, que me acompañaba en calidad de ayudante para los trabajos de Laboratorio.

D. Manuel Latorre, en el mismo concepto.

Además iban el número de peones necesarios para las operaciones.

Las aguas se recogieron en el arco de salida de las

TABLA DE LOS ENSAYOS POR EL ORDEN EN QUE SE HIZO LA RECOLECCION DE LAS AGUAS.

ALCANTARILLAS.	FECHAS.	HORA.	COLOR.	TEMPERATURA del líquido en grados centí- grados.	GRADOS del arcó- metro de Beaumé.	DENSIDAD.	RESIDUO obtenido por litro en gramos.	CANTIDAD de sustancias contenidas en un gramo de residuo.		RESIDUOS por litro en gramos de sustancia.		CANTIDAD de materia por ciento de residuo en gra- mos.		Cantidad de fosfato tribásico de cal pre- cipitado por ciento de re- siduo só- lido.	Cantidad de fosfato tribásico de cal obtenido por litro de agua natu- ral.	Cantidad de ácido fos- fórico mo- nohidratado obtenido de un litro de agua natu- ral.	Cantidad de ázoe ob- tenido por ciento de re- siduo só- lido.	Cantidad de ázoe ob- tenido de un litro de agua natural.	Cantidad de amoniaco equivalente en gramos.
								Inorgánicas.	Orgánicas.	Inorgánico.	Orgánico.	Inorgá- nica.	Orgánica.						
								Gramos.	Gramos.										
AGUAS RECOGIDAS POR LA MAÑANA.																			
Atocha.....	10 de Julio de 1874.	8 h. 10 m.	Turbio: de limon.	18°	1,25	1,002	1,565	0,522	0,478	0,816	0,749	52,2	47,8	3,45	0,053	0,027	1,434	0,0224	0,0272
Embajadores.....	Id.	8 h. 37 m.	Turbio: aceituna oscura.	18°	1,50	1,004	3,945	0,463	0,537	1,826	2,119	46,3	53,7	1,25	0,049	0,025	1,510	0,0595	0,0722
Gas.....	Id.	9 h.	Turbio: café oscuro.	20°	2	1,011	6,340	0,180	0,820	1,141	5,199	18	82	0,90	0,057	0,029	2,530	0,1604	0,1947
Aguila.....	Id.	9 h. 20 m.	Turbio: aceitunado.	19°	1,75	1,005	4,420	0,445	0,555	1,966	2,454	44,5	55,5	1,65	0,072	0,037	1,565	0,0691	0,0839
San Francisco.....	11 de Julio de 1874.	8 h. 10 m.	Café con leche.	17°	1,75	1,006	4,940	0,522	0,478	2,578	2,362	52,2	47,8	2,65	0,130	0,067	1,350	0,0666	0,0808
Segovia.....	Id.	8 h. 30 m.	Aceituna.	17° 5	1,75	1,004	4,090	0,589	0,411	2,409	1,681	58,9	41,1	1,93	0,078	0,040	1,113	0,0455	0,0552
Puente del Rey.....	Id.	8 h. 45 m.	Limon.	19°	1,25	1,003	3,455	0,522	0,478	1,803	1,652	52,2	47,8	2,45	0,084	0,043	1,530	0,0528	0,0641
AGUAS RECOGIDAS POR LA TARDE.																			
Atocha.....	13 de Julio de 1874.	3 h. 40 m.	Café con leche, oscuro.	18°	1,25	1,0026	2,448	0,500	0,500	1,224	1,224	50	50	3,94	0,096	0,049	1,600	0,0391	0,0474
Embajadores.....	Id.	4 h.	Aceituna, oscuro.	18°	2	1,009	5,210	0,480	0,520	2,500	2,710	48	52	2,10	0,109	0,056	1,450	0,0755	0,0916
Gas.....	Id.	4 h. 15 m.	Pardo, oscuro.	19°	2,50	1,016	9,730	0,370	0,630	3,600	6,130	37	63	1,40	0,136	0,070	1,990	0,1936	0,2350
Aguila.....	Id.	4 h. 30 m.	Aceituna, oscuro.	19°	1,75	1,0045	4,505	0,520	0,480	2,342	2,163	52	48	2,30	0,103	0,053	1,370	0,0617	0,0749
San Francisco.....	Id.	4 h. 40 m.	Aceituna, oscuro.	16°	2	1,012	6,925	0,471	0,529	3,261	3,664	47,1	52,9	2,85	0,197	0,102	1,687	0,1168	0,1418
Segovia.....	Id.	4 h. 50 m.	Pardo, oscuro.	18°	2	1,010	5,590	0,441	0,559	2,465	3,125	44,1	55,9	2,87	0,160	0,083	1,540	0,0860	0,1044
Puente del Rey.....	Id.	5 h.	Café con leche, oscuro.	18°	1,75	1,005	4,540	0,517	0,483	2,347	2,193	51,7	48,3	3,40	0,154	0,079	1,549	0,0703	0,0853
AGUAS RECOGIDAS POR LA NOCHE.																			
Atocha.....	13 de Julio de 1874.	3 h.	Pardo, muy claro.	17° 5	0,50	1,0007	0,660	0,656	0,344	0,432	0,228	65,6	34,4	0,55	0,003	0,0015	1,032	0,0068	0,0082
Embajadores.....	Id.	3 h.	Pardo, muy claro.	17° 5	1,50	1,0024	2,441	0,232	0,768	0,566	1,875	23,2	76,8	0,95	0,023	0,0119	2,204	0,0537	0,0652
Gas.....	Id.	3 h. 15 m.	Agua de limon.	18°	1,50	1,0025	2,495	0,607	0,393	1,514	0,981	60,7	39,3	0,10	0,002	0,0010	1,279	0,0319	0,0337
Aguila.....	Id.	3 h. 40 m.	Pardo, muy claro.	18°	1	1,0018	1,170	0,210	0,790	0,245	0,925	21	79	0,30	0,003	0,0015	2,260	0,0264	0,0320
San Francisco.....	Id.	3 h. 50 m.	Limon.	15°	1,50	1,0028	2,878	0,639	0,361	1,839	1,039	63,9	36,1	0,45	0,012	0,0062	1,090	0,0313	0,0380
Segovia.....	Id.	4 h. 5 m.	Pardo, muy claro.	16° 5	1	1,0018	1,740	0,519	0,481	0,903	0,837	51,9	48,1	0,20	0,003	0,0015	1,543	0,0268	0,0325
Puente del Rey.....	Id.	4 h. 20 m.	Limon, muy claro.	16° 5	0,75	1,0009	0,822	0,650	0,350	0,534	0,288	65	35	1,85	0,015	0,0077	1,005	0,0082	0,0099

... de las ...
... de las ...
... de las ...

... de las ...
... de las ...
... de las ...

... de las ...
... de las ...
... de las ...

... de las ...
... de las ...
... de las ...

... de las ...
... de las ...
... de las ...

bocas de las alcantarillas, llenando tres ó cuatro veces el frasco con ellas mismas, á fin de quitar cualquier residuo que le hubiera podido quedar de contenidos anteriores.

Los frascos eran de vidrio blanco con tapon esmerilado.

En seguida de haberlos llenado se condujeron al Laboratorio provisional, instalado en una de las dependencias de la tercera casa del Ayuntamiento de Madrid, en donde mediante los hornillos para gas, que yo habia traído de Barcelona, se procedió al estudio de dichas aguas.

Al efecto se tomó un litro exacto de cada una de ellas, y se evaporó á sequedad en baño de María, á fin de obtener las sales que contenia.

Estas sales, cuidadosamente enfrascadas, fueron conducidas á mi Laboratorio de Barcelona.

La hora en que se recogieron las aguas, la temperatura que estas marcaban, su graduacion en el areómetro de Beaumé, la cantidad total de residuo que han dejado, y cuánto de este es orgánico y cuánto inorgánico, son datos que se encuentran en la siguiente tabla :

N.º	Temperatura	Grado Beaumé	Residuo total	Residuo orgánico	Residuo inorgánico
1	18.0	10.0	0.150	0.050	0.100
2	17.0	9.5	0.140	0.045	0.095
3	16.0	9.0	0.130	0.040	0.090
4	15.0	8.5	0.120	0.035	0.085
5	14.0	8.0	0.110	0.030	0.080
6	13.0	7.5	0.100	0.025	0.075
7	12.0	7.0	0.090	0.020	0.070
8	11.0	6.5	0.080	0.015	0.065
9	10.0	6.0	0.070	0.010	0.060
10	9.0	5.5	0.060	0.005	0.055

El residuo orgánico se obtuvo al quemar los residuos totales en las tres revoluciones, con el objeto de saber cuál de las alcantarillas...

Si en vez de colocar las alcantarillas por el orden de hora en que se recogieron las aguas, las colocamos por el orden de la cantidad de residuo total que contienen, á fin de poder comparar fácilmente la relacion que hay entre este residuo con la graduacion areométrica y con la densidad, resultará la tabla siguiente:

ALCANTARILLAS.	Cantidad de residuo por litro en gramos.	Grados del areómetro de Beaumé.	Densidad.	Residuo por litro en gramos de sustancias.	
				Inorgánicas	Orgánicas.
Aguas recogidas por la mañana.					
Gas	6,340	2°	1,011	1,141	5,199
San Francisco	4,940	1°,75	1,006	2,578	2,362
Águila	4,420	1°,75	1,005	1,966	2,454
Segovia	4,090	1°,75	1,004	2,409	1,681
Embajadores	3,945	1°,50	1,004	1,826	2,119
Puente del Rey	3,455	1°,25	1,003	1,803	1,652
Atocha	1,565	1°,25	1,002	0,816	0,749
Aguas recogidas por la tarde.					
Gas	9,730	2°,50	1,016	3,600	6,130
San Francisco	6,925	2°	1,012	3,261	3,664
Segovia	5,590	2°	1,010	2,465	3,125
Embajadores	5,210	2°	1,009	2,500	2,710
Puente del Rey	4,540	1°,75	1,005	2,347	2,193
Águila	4,505	1°,75	1,0045	2,342	2,163
Atocha	2,448	1°,25	1,0026	1,224	1,224
Aguas recogidas por la noche.					
San Francisco	2,878	1°,50	1,0028	1,839	1,039
Gas	2,495	1°,50	1,0025	1,514	0,981
Embajadores	2,441	1°,50	1,0024	0,566	1,875
Segovia	1,740	1°	1,0018	0,903	0,837
Águila	1,170	1°	1,0018	0,245	0,925
Puente del Rey	0,822	0°,75	1,0009	0,534	0,288
Atocha	0,660	0°,50	1,0007	0,432	0,228

Si sumamos ahora los residuos obtenidos en las tres recolecciones, con el objeto de saber cuál de las alcanta-

rillas de Madrid es la que deja mayor residuo, durante las veinticuatro horas del día, resulta la tabla siguiente:

ALCANTARILLAS.	Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.	Promedio
	Gramos.	Gramos.	Gramos.	Gramos.
Residuo contenido en un litro.				
Gas.....	6,340	9,730	2,495	6,188
San Francisco.....	4,940	6,925	2,878	4,914
Embajadores.....	3,945	5,210	2,441	3,865
Segovia.....	4,090	5,590	1,740	3,806
Águila.....	4,420	4,505	1,170	3,365
Puente del Rey.....	3,455	4,540	0,822	2,939
Atocha.....	1,565	2,448	0,660	1,557
Residuo inorgánico contenido en un litro.				
San Francisco.....	2,578	3,261	1,839	2,559
Gas.....	1,141	3,600	1,514	2,085
Segovia.....	2,409	2,465	0,903	1,925
Embajadores.....	1,826	2,500	0,566	1,630
Puente del Rey.....	1,803	2,347	0,534	1,561
Águila.....	1,966	2,342	0,245	1,517
Atocha.....	0,816	1,224	0,432	0,824
Residuo orgánico contenido en un litro.				
Gas.....	5,199	6,130	0,981	4,103
San Francisco.....	2,362	3,664	1,039	2,355
Embajadores.....	2,119	2,710	1,875	2,234
Segovia.....	1,681	3,125	0,837	1,881
Águila.....	2,454	2,163	0,925	1,847
Puente del Rey.....	1,652	2,193	0,288	1,377
Atocha.....	0,749	1,224	0,228	0,733

Comparando estos números entre sí resulta que las alcantarillas están colocadas por el promedio de su riqueza en el orden siguiente:

Gas.

San Francisco.

Embajadores.

Segovia.

Águila.

Puente del Rey.

Atocha.

Resulta que de los tres ensayos hechos, la hora en que las aguas son mas ricas, es la de la tarde.

Fijándonos en las sustancias orgánicas, resultan colocadas las alcantarillas por el orden siguiente:

Gas.

San Francisco.

Embajadores.

Segovia.

Águila.

Puente del Rey.

Atocha.

Considerando las sustancias inorgánicas, aparecen en el orden siguiente:

San Francisco.

Gas.

Segovia.

Embajadores.

Puente del Rey.

Águila.

Atocha.

Si nos fijamos en la riqueza en ácido fosfórico monohidratado, resulta que el orden en que se deben colocar las alcantarillas es el siguiente:

Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.
San Francisco.	San Francisco.	Embajadores.
Puente del Rey.	Segovia.	Puente del Rey.
Segovia.	Puente del Rey.	San Francisco.
Aguila.	Gas.	Aguila.
Gas.	Embajadores.	Atocha.
Atocha.	Aguila.	Segovia.
Embajadores.	Atocha.	Gas.

Si sumamos las cantidades de ácido fosfórico halladas en los tres análisis con el objeto de conocer el promedio durante las veinticuatro horas, resulta lo siguiente:

PROMEDIO DE ÁCIDO FOSFÓRICO MONOHIDRATADO EN GRAMOS POR LITRO DE AGUA NATURAL DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS.

ALCANTARILLAS.—San Francisco.....	0,0584
— Puente del Rey.....	0,0432
— Segovia.....	0,0415
— Gas.....	0,0333
— Embajadores.....	0,0307
— Aguila.....	0,0305
— Atocha.....	0,0258

Si se pasa á estudiar el amoniaco, resulta que el orden en que deben colocarse las alcantarillas con arreglo á su riqueza en este cuerpo, es el siguiente:

Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.
Gas.	Gas.	Embajadores.
Aguila.	San Francisco.	Gas.
San Francisco.	Segovia.	San Francisco.
Embajadores.	Embajadores.	Segovia.
Puente del Rey.	Puente del Rey.	Aguila.
Segovia.	Aguila.	Puente del Rey.
Atocha.	Atocha.	Atocha.

Si se suman las cantidades de amoniaco con el objeto de conocer el promedio de la riqueza en este cuerpo, resulta lo siguiente:

PROMEDIO DE AMONIACO EN GRAMOS QUE CORRESPONDE POR LITRO DE AGUA NATURAL DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS.

ALCANTARILLAS.—Gas	0,1561
— San Francisco.....	0,0868
— Embajadores.....	0,0763
— Segovia.....	0,0640
— Aguila.....	0,0636
— Puente del Rey.....	0,0531
— Atocha	0,0276

Hé aquí los resultados parciales de este trabajo, y para que se pueda comprender y explicar, tal vez, mejor la riqueza relativa de cada boca, debo consignar que por la Alcantarilla llamada del paseo de las Acacias (vulgo Gas), salen los residuos del matadero y de la fábrica del gas: que la alcantarilla de San Francisco arrastra las aguas del cuartel del mismo nombre en donde están las Prisiones Militares, el Depósito de Quintos, una masa considerable y permanente de tropa; y además comprende barrios de los mas densos de poblacion: finalmente, que la Alcantarilla de Atocha ó Carcabon recibe las aguas del Hospital Provincial y comprende parte de los barrios ricos de Madrid, así como sus principales paseos tales como el Prado, y por consiguiente donde hay menos densidad de poblacion, etc., etc.

Reasumiendo ahora todo este trabajo y sacando el promedio general de la riqueza de las aguas de todas las alcantarillas de Madrid, resulta por litro :

	Gramos.
Residuo sólido.....	3,805
Sustancias inorgánicas	1,729
Sustancias orgánicas.....	2,076
Acido fosfórico monohidratado.....	0,0376
Amoniaco equivalente al ázoe.....	0,0727

Y por metro cúbico:

	Kilógramos.
Residuo sólido.....	3,805
Sustancias inorgánicas.....	1,729
Sustancias orgánicas.....	2,076
Acido fosfórico monohidratado	0,038
Amoniaco equivalente en ázoe.	0,072 (1).

(1) Según los análisis que presenta Bonna en su obra titulada *Egouts et Irrigations*—Paris—Librairie Polytechnique—de J. Baudry editeur—15 Rue des Saints Peres—1874» la mayor cantidad de ázoe por litro de agua que ha encontrado hasta ahora es de 0,070 gramos y la menor de 0,030 gramos, lo que equivale á 70 y 30 gramos por metro cúbico.

(Nota del Arquitecto Director de Fontanería-Alcantarillas.)

IV.

Para que pueda hacerse alguna comparacion entre las cifras que figuran en este trabajo y las que han resultado en los análogos de los paises extranjeros, cito los casos siguientes:

Londres.— Los Sres. Way y Odling analizaron las aguas de las alcantarillas de Londres, tomando muestras cada media hora durante doscientos tres dias, á saber: desde el 18 de Marzo hasta el 7 de Octubre de 1865; en primer lugar, midieron la cantidad de agua que salia por las bocas de las alcantarillas, que era por término medio cada dia:

En tiempo seco.....	124,330 metros cúbicos.
En tiempo húmedo.....	151,240 id. id.

En segundo lugar, dosaron el ázoe que contenian estas aguas, resultando como término medio de los 9744 análisis:

Amoniaco por litro.. .. .	0,117 gramos.
---------------------------	---------------

El Sr. Way, dado el valor que entonces tenia el amoniaco en el comercio de Londres, y la poblacion que arrojaba la estadística, presenta los resultados siguientes:

Valor de un metro cúbico de agua.....	0,25 francos.
Producto anual por habitante.....	10,40 id.

El Sr. Denton ha combatido estos valores y todos los que se han presentado en análisis sucesivos, fundándose, no en su falta de exactitud, sino en que no se toman en las condiciones convenientes para su aplicacion. Partiendo este señor del punto de vista de que estas aguas han de servir para la agricultura, dice que de este dato ha de partirse; y sienta la hipótesis de que para que esto suceda, se necesita que cada habitante produzca 33 metros cúbicos por año, y que las aguas de lluvias que afluayan durante el año á esas alcantarillas, no sean mas que el 25 por 100 del volúmen anterior. Cuando se reunan todas estas condiciones, el Sr. Denton dice que el precio de un metro cúbico de líquido es 0,10 céntimos de franco (1).

Dublin. — El Sr. Cameron ha hecho muchos análisis de las aguas de Dublin, cuyo valor fija de la manera siguiente:

(1) No habiendo datos para conocer la cantidad de líquido que sale por las alcantarillas de Madrid por habitante y por año, así como tampoco para saber las cantidades de agua de lluvia que por ellas salen, no puede averiguarse si se está dentro de las condiciones exigidas por el Sr. Denton.

Estos y otros trabajos análogos son los que voy á emprender ahora si el Ayuntamiento lo aprueba y la Direccion del ramo continúa prestándome su cooperacion.

VALOR DE 100 METROS CÚBICOS DE LÍQUIDO.

CANTIDAD de materias contenidas en 100 metros.		PRECIO por kilogramo.	VALOR de los 100 metros cúbicos de líquido.
En disolución.	Kilogramos.	Francos.	Francos.
Ázoe.	7,37	1,75	12,89
Acido fosfórico...	1,66	1,00	1,66
Sales de potasa...	2,28	0,50	1,14
Sales de sosa.....	7,29	0,03	0,21
TOTAL...	18,60	»	15,90
EN SUSPENSION.			
Ázoe.....	1,26	1,75	2,22
Fosfato insoluble..	0,82	0,20	0,16
Materia orgánica..	6,25	0,01	0,06
TOTAL...	8,33	»	18,34

Segun la tabla anterior, resulta que en Dublin vale

Un metro cúbico de agua de alcantarillas. . 18,34 francos.

Glasgow.—El Sr. Anderson ha analizado todas las aguas que salen por las bocas de las alcantarillas de Glasgow, resultando tal diferencia en su composición, que fijándose en el ázoe, hay una que tiene una cantidad diez veces mayor que otra, estando comprendidos todos los resultados entre 0,0227 gramos y 0,0019 gramos por litros.

El Sr. Anderson no ha podido hacer el considerable número de análisis que hizo Way en Lóndres, y por esta razón los Sres. Bateman y Bazalgette han establecido, fundándose en consideraciones teóricas, los resultados siguientes:

Cantidad de amoniaco contenida en un litro. 0,037 gramos.
 Valor de un metro cúbico de líquido..... 0,066 francos.

El Dr. Voelker analizó en 1865 las aguas de las alcantarillas de Lóndres, y encontró la siguiente composicion por litro de agua:

	Gramos.	Gramos.
Resíduo orgánico.....	0,427	»
Conteniendo de ázoe.....	»	0,099
Resíduo inorgánico.....	0,855	»

Conteniendo:

Acido fosfórico.....	»	0,014
Potasa	»	0,042
Materias inertes.....	»	0,798
<i>Suma</i>	1,282	»

El Dr. Herve Mongon analizó en 1866 las aguas de las alcantarillas de Paris, y los resultados obtenidos figuran en la siguiente tabla:

ANÁLISIS.	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º
Productos volátiles no comprendiendo el ázoe.....	0,630	0,90	0,33	0,19	1,575
Azoe.....	0,058	0,07	0,04	0,04	0,026
Cenizas.....	1,506	1,24	1,19	1,03	1,242
<i>Pesos totales de los resíduos sólidos por litro.....</i>	<i>2,194</i>	<i>2,21</i>	<i>1,56</i>	<i>1,26</i>	<i>2,843</i>

V.

No insisto en las razones que presenté en mi primera Memoria acerca de la imposibilidad de fijar, ni siquiera de una manera aproximada, el valor de los líquidos que afluyen por las bocas de las alcantarillas, puesto que ni se sabe el volúmen efectivo de estos ni su riqueza real y positiva; para conocer la cual se necesitarían hacer ensayos diarios por lo menos durante un año como lo hicieron los Sres. Way y Odling en Lóndres; pero, en fin, valiéndome de los resultados que he encontrado con los ensayos de un solo día, formo el presupuesto siguiente (1):

El censo de población de Madrid de 1874 arroja la cifra de 335,229 habitantes.

Segun los experimentos hechos por los Sres. Boussingault, Liebig y otros químicos, cada individuo de la raza humana produce por término medio y por día 625 gramos de materias fecales líquidas y 125 de materias fecales sólidas, dosando en conjunto 3 por 100 de ázoe. Tomando como punto de partida este dato, tendremos:

Por día:	Habitantes.	Gramos.	Kilógs.
Materias fecales líquidas.	335,229	$\times 625 =$	209,518
Id. id. sólidas.	335,229	$\times 125 =$	041,903
		<i>Suma.</i>	<u>251,421</u>

(1) Véanse los informes del Arquitecto de Fontanería y Alcantarillas D. Félix María Gomez, de 30 de Octubre de 1865, 6 de Febrero de 1868, 22 de Setiembre de 1871 y 23 de Marzo de 1873.

Dosando en junto de ázoe á razon del 3 por 100. . . 7,542 kilógramos.

Y por año:

Materias fecales líquidas. . . 209,518 \times 365. . . . 76.474,070 kilógs.

Id. id. sólidas. 41,903 \times 365. . . . 15.294,595 »

Suma. . . . 91.768,665 kilógs.

Dosando en junto de ázoe á razon del 3 por 100. . 2.753,599 kilógs.

Supongamos ahora que los residuos de las fábricas que existen en Madrid, la sangre del matadero, las deyecciones de los animales, las aguas de la limpieza de las casas, etc., etc., dan una cantidad de ázoe tal, que valorándola en la décima parte de la anterior, resultará:

Azoe procedente de las personas. 2.753,599 kilógramos.

Id. id. de las fábricas y demás usos. 275,319 »

Suma 3.039,958 kilógs. (1).

Ya he dicho antes que ignoro la cantidad de líquidos

(1) Segun los trabajos presentados en la investigacion hecha en 1857 en Inglaterra, resulta que la cantidad de ázoe que cada persona envia por término medio cada año á las alcantarillas es de 4,534 kilógramos, pero teniendo en cuenta además las deyecciones de los animales domésticos, los despojos y residuos de las fabricaciones puramente indispensables en una poblacion, esta cifra se eleva á 5,660 kilógramos, por consiguiente si designamos por

n el número de almas de la poblacion,

p el peso en kilógramos enviado anualmente por las personas,

p' el peso en kilógramos del amoniaco enviado anualmente por las personas, animales y despojos de las fábricas, tendremos las dos fórmulas siguientes:

$$p = 4,534 \times n \qquad p' = 5,660 \times n$$

que aplicadas al caso actual darán por año la siguiente cantidad de:

Amoniaco producido por solo las personas

$$p = 4,534 \times 335229 = 1.519928 \text{ kilógramos.}$$

Amoniaco producido por las personas, animales y fábricas

$$p' = 5,560 \times 335229 = 1.863,873 \text{ kilógramos.}$$

(Nota del Arquitecto-Director de Fontaneria-Alcantarillas)

que salen por las alcantarillas de Madrid, pero si con el objeto de hacer un cálculo, volvemos la oracion por pasiva, lo cual no es muy exacto, y admitimos que ese ázoe esté repartido en las aguas en la proporcion de 72 gramos por metro cúbico, que es el término medio que hemos hallado, resultaria que la cantidad de agua que afluye por dichas bocas, al año seria en

Metros cúbicos..... 42.221,638

cifra muy inferior como es consiguiente á la de Paris y Londres.

Si fijándonos en el volúmen tratamos de dar valor pecuniario á esta materia, tendremos que apelar á las prácticas de otros paises, entre los cuales citaremos los siguientes ejemplos:

I. El Sr. Cameron, estudiando en las aguas de Dublin, que son parecidas á las nuestras, fija el valor de los 100 metros cúbicos en 18,34 frs.; tasando á este tipo las aguas de Madrid, tendremos

42.221,638 metros á 18,34 frs. los 100 metros cúbicos 7.743,448 francos.
que equivalen á..... 7.356,272 pesetas.

II. Si prescindiendo del volúmen de agua en donde esté diluido el ázoe adoptamos el valor que se le da en Francia para la tasacion de los abonos, que es

1 kilogramo de amoniaco=1,78 francos=6,76 reales

resultará lo siguiente:
la cantidad de 3.039,958 kilogramos de ázoe equivale á

3.699,377 kilogramos de amoniaco, que al precio de 6,76 rs. importan 6.251,947 pesetas (1).

Los resultados anteriores pueden ser mas ó menos hipotéticos, pues de poco servirá que en Paris se haya subastado el año pasado el lodo de las calles (*Macadam*) en 75,000 francos líquidos para la Municipalidad si en Madrid no hay quien dé un cuarto por ello: por esta razon, considerando yo la cosa bajo el punto de vista agrícola, voy á buscar su valor intrínseco.

Sabido es que dos kilogramos de ázoe producen 300 kilogramos de paja y grano de trigo ó su equivalente en cualquier otra materia vegetal, por consiguiente los 3.039,958 kilogramos que hemos dicho que salen por las bocas de las alcantarillas, producirán

$$2 : 300 : : 3.039,958 : 455,998,700$$

(1) Segun los experimentos practicados por Roahart y otros distinguidos agrónomos, el valor intrínseco de un kilogramo de amoniaco es

$$1,78 \text{ francos} = 6,76 \text{ reales}$$

por consiguiente el de un gramo será

$$0,00178 \text{ francos} = 0,00676 \text{ reales}$$

así, pues, si se representa por

V el valor pecuniario de un metro cúbico de agua por n el número de gramos de amoniaco que contiene el metro cúbico de agua, resulta la siguiente fórmula

$$V = 0,00676 n.$$

El acido fosfórico, la potasa, la magnesia y todos los demás elementos que existen en las aguas se regulan bajo el punto de vista de su calidad fertilizante en un tercio de la del amoniaco; pero generalmente no se tiene en cuenta su valor.

Así, por ejemplo, si el agua tiene 37 gramos de amoniaco por metro cúbico resultará

$$V = 0,00676 \times 37 = 0,25 \text{ reales.}$$

Nota del Arquitecto-Director de Fontaneria-Alcantarillas.

kilogramos de paja y trigo. Admitiendo como término medio que una hectárea produce en regular cultivo 20 hectólitros de trigo de un peso medio de 80 kilogramos que hacen $20 \times 80 = 1,600$ kilogramos, y que el peso de la paja sea doble del grano, resultará que la materia vegetal producida por una hectárea pesará en trigo y en paja $1,600 + 1,600 \times 2 = 1,600 + 3,200 = 4,800$ kilogramos ó su equivalente en otra materia vegetal. Dividiendo, pues, los 455.998,700 kilogramos de trigo y paja que se han hallado antes por 4,800, resultará que con el ázoe que suponemos que sale por las alcantarillas de Madrid podrian cultivarse 94,999 hectáreas, que equivalen á 147,514 fanegas de marco real de Castilla.

Yo no conozco bien la agricultura de Castilla, pero conozco á fondo la de Cataluña, y en aquella el coste de las cantidades de los diferentes abonos que se emplean por hectárea es el siguiente:

1.º	9 quintales de guano del Perú á 60 rs. (sin los portes)...	540 rs. vn.
2.º	9 botas de materias fecales humanas á 70 rs. vn. (siempre que la distancia del porte no pase de una legua)...	630 » »
3.º	28 carros de estiércol de cuadra tirados por tres caballerías, á 60 rs. uno (siempre que la distancia no pase de una legua).....	1,680 rs. vn.
	Y como este abono sirve para tres años resulta anualmente.....	560 » »
4.º	900 hormigueros á un real uno.....	900 rs. vn.
	14 carros de estiércol á 60 rs.....	840 » »
	<i>Suma</i> ,.....	1,740 rs.
	Como este abono sirve para tres años, resulta anualmente.....	580 » »

Vemos, pues, que en Cataluña, abonando con guano del Perú, se gastan 540 rs. vn. anuales por hectárea; con

materias fecales humanas, 630 rs. vn.; con estiércol de cuadra, 560 rs. vn.; con hormigueros, 580 rs. vn.: término medio de todo, 560 rs. vn. anuales. A esta cantidad habria que añadir el valor del agua de riego que, suponiendo el tipo mas barato que yo conozco en España, será de cuatro duros por hectárea, lo cual da 640 rs. vn. por hectárea y por año. Ahora bien; en ninguna de las explotaciones que están establecidas en el extranjero, y cuyos planos y presupuestos publicaré si el Ayuntamiento me faculta para ello, llega el abono y el riego, aprovechando las aguas de las alcantarillas, á la cantidad de 400 rs. por hectárea, pudiéndose sentar que el término medio de todas las explotaciones hoy conocidas no excede de 500 rs. por hectárea (1).

(1) Para calcular de una manera aproximada lo que deja de percibir el Ayuntamiento anualmente por este concepto, consideremos como capital para la villa de Madrid las aguas fecales, y que esta le preste á una empresa cualquiera á un interés dado: si suponemos que este interés es el 5 por 100, y representamos por

n el número de gramos de amoniaco contenidos en un metro cúbico.

I el interés por metro cúbico

siendo 0,00676 rs. el valor del gramo de amoniaco

resultará $100 : 5 :: 0,00676 n : 0,000338 n$.

En el caso actual, admitiendo el promedio de 72 gramos por metro cúbico que ha resultado del análisis, el interés que cobraría el Ayuntamiento á razon del 5 por 100 sería

$$0,000338 \times 72 = 0,024 \text{ rs.}$$

y como el volúmen hipotético que se admite en este trabajo es

42.221,638 metros cúbicos anuales

la cantidad que percibirá el Ayuntamiento como interés anual será

$$42.221,638 \times 0,024 \text{ rs.} = 253,329 \text{ pesetas.}$$

(Nota del Arquitecto-Director de Fontanería-Alcantarillas.)

VI.

CONCLUSION.

He terminado mi trabajo; pero antes de dejar la pluma debo de hacer constar dos cosas.

La primera es el agradecimiento que debo á todo el ramo de Fontanería y Alcantarillado, desde el entendido señor Arquitecto-Director hasta el último de los individuos, cuyos auxilios he necesitado: en el mismo caso me encuentro con el Excmo. Sr. D. Víctor Cardenal, Comisario de Casas Consistoriales, y los Sres. D. Vicente Colinas y D. Francisco Gomez Avila que lo han sido de Fontanería-Alcantarillas durante la época en que yo he llevado á cabo mis trabajos.

La segunda es la esperanza que tengo de que, convencido el Excmo. Ayuntamiento de Madrid de la utilidad de estos trabajos, les preste su aprobacion y me permita continuarlos á fin de llegar á un resultado práctico.

Aunque no tengo la pretension siquiera de conocer la composicion aproximada de las aguas de que se trata, creo que, por los resultados obtenidos, puede decirse que se asimilan á todas las de las demás grandes poblaciones de Europa, en donde se explotan y aprovechan ya, produciendo con esto un recurso pecuniario al Municipio.

El mejor medio de aprovecharlas es conduciéndolas directamente á los campos de cultivo; pero como esto exige estudios previos, acumulacion de capitales para la construccion de canales, adquisicion de máquinas elevatorias, etc., etc., me propongo, sin abandonar este trabajo, emprender un ensayo mas modesto: tal es la separacion de las materias existentes en suspension y en disolucion para poder averiguar su valor pecuniario en venta en los mercados de abonos de Europa así como tambien presentarlas en la próxima exposicion pública.

Si el Excmo. Ayuntamiento de Madrid, de cuya villa soy natural, accede á la continuacion de estos trabajos en la forma que propongo ó en otra, quedarán satisfechos todos mis deseos y aspiraciones, así como los de los señores Comisarios y facultativos del ramo de Fontanería-Alcantarillas.

Barcelona 1.º de Julio de 1876.

LUIS JUSTO Y VILLANUEVA.

RF-3-51

