UNIVERSIDAD DE GRANADA
E.T.S. DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
Departamento de Ingeniería Civil
Area de Tecnologías del Medio Ambiente

EL SANEAMIENTO Y LA DEPURACIÓN DE AGUAS EN EL SUR DE ESPAÑA ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XX

Tesis Doctoral

Jesús Beas Torroba

TESIS DOCTORAL

EL SANEAMIENTO Y LA DEPURACIÓN DE AGUAS EN EL SUR DE ESPAÑA ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XX

por

JESÚS BEAS TORROBA
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

presentada en el

Departamento de Ingeniería Civil
de la
Universidad de Granada

Directores de Tesis:

D. ERNESTO HONTORIA GARCÍA
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Universidad

D. ANTONIO MENÉNDEZ ONDINA
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular de Universidad

TESIS DOCTORAL

EL SANEAMIENTO Y LA DEPURACIÓN DE AGUAS EN EL SUR DE ESPAÑA ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XX

Por: JESÚS BEAS TORROBA
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Directores de Tesis:

DR. D. ERNESTO HONTORIA GARCÍA
Dpto. de Ingeniería Civil

DR. D. ANTONIO MENÉNDEZ ONDINA
Dpto. de Ingeniería Civil

TRIBUNAL CALIFICADOR

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerda otorgarle la calificación de,

Granada, de de 2003

AGRADECIMENTOS

A mis directores de Tesis, los Doctores D. Ernesto Hontoria García y D. Antonio Menéndez Ondina por su apoyo, orientación y paciencia y por el impulso necesario durante las numerosas paradas que ha tenido el trabajo como consecuencia del quehacer diario.

Agradecimiento a Teresa Hontoria y a Lourdes Arroyo por su ayuda en la consecución de la bibliografía y de la documentación histórica, y a Juan Angel Mora y Antonio López por el tratamiento de la misma.

Agradecimiento especial a Isabel Sánchez Abellán, quién diariamente sufre mi letra y me sufre a mí y que no exagero si digo que conoce la Tesis tan bien como yo.

Agradecimento, por último, y en este caso por mis omisiones, a Manme, mi mujer y a Jesús, mi hijo, por los fines de semana robados y por el definitivo atraco de las pasadas vacaciones de verano.

RESUMEN

La Tesis doctoral, "El Saneamiento y la Depuración de Aguas en el Sur de España entre los siglos XVI y XX", tiene como objetivo principal efectuar una recopilación de los estudios y de la documentación existentes sobre la evolución de estas materias a lo largo de los referidos siglos y haciendo especial referencia a:

- La relación entre etapas históricas, higiene y salud.
- La relación entre saneamiento y urbanismo.
- La incidencia social del saneamiento.
- La incidencia sanitaria del saneamiento.
- El estudio de las Instrucciones, Ordenanzas y Normativas.
- La evolución de las técnicas y de los materiales del alcantarillado y de la depuración.

La Tesis continúa la presentada por el Dr. D. Antonio Menéndez Ondina en 1996 y que abordaba el período entre los primeros asentamientos en el Sur de la Península hasta el final del siglo XV.

Aunque internamente se han explicitado los objetivos referidos con anterioridad, desde el punto de vista metodológico el Análisis de la Bibliografía consultada se ha estructurado por siglos, siendo el XIX, el estudiado con más profundidad, dado que tal como se pone de manifiesto en las Conclusiones, hasta esa época las infraestructuras de saneamiento son las grandes olvidadas y tienen que ser los problemas higiénicos y sanitarios, las epidemias de esos años, los que obligan a los gobernantes a buscar soluciones.

En el siglo XIX, además de comenzar a construirse los grandes abastecimentos y alcantarillados de las ciudades se ponen las bases científicas, al desarrollarse la investigación microbiológica, de la moderna depuración de aguas.

En los Anexos finales se detallan las fuentes consultadas, la Bibliografía y la Planimetría histórica y se acompañan algunos documentos que se consideran representativos de la incidencia científica y social que el Saneamiento tuvo en los diferentes siglos.

SUMMARY

The main aim of the doctoral thesis, "Sanitation and Water Treatment in the South of Spain between the 16th and 20th centuries" is to compile the studies and documentation existing on the evolution of these matters over the said centuries, placing special emphasis on:

- The relationship between historical periods, health and hygiene.
- The relationship between sanitation and town planning.
- The social impact of sanitation.
- The impact on health of sanitation.
- The study of Instruction, Bylaws and Regulations.
- The development of techniques of the sewer system and treatment materials.

The thesis follows that presented by Dr. Antonio Menéndez Ondina in 1996 and covers the period from the first settlements in the South of the Peninsula to the end of the 15th century.

Although internally the cited objectives have been explained beforehand, from the methodological point of view the Analysis of the Bibliography consulted has been structured according to centuries. The 19th century has been studied in greater depth, given that as stated in the Conclusions, until that period sanitation infrastructures were greatly overlooked and the hygiene and sanitary problems together with the epidemics of those years forced the governments to search for solutions.

As well as commencing works in 19th century on extensive sewer and drainage systems in the cities, scientific bases were also established with the development of microbiological research of modern water treatment.

The final Appendices list the sources consulted, the Bibliography and historical planning together with certain documents deemed representative of the scientific and social effect of Sanitation on various centuries.

INDICE

1

JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

El Consejo del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada de 17 de Marzo de 1999, aprobó y aceptó el proyecto de Tesis, "**El Saneamiento y la Depuración de Aguas en el Sur de España entre los Siglos XVI y XX**", que fue presentado a la Comisión de Doctorado el día 5 de Mayo de 1999.

La elección de la Tesis tiene su **justificación** en la formación académica del doctorando, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, en su ejercicio de la docencia como profesor asociado, durante más de diez años, en las materias de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en su interés por la relación entre el saneamiento y el establecimiento de las ciudades, el doctorando es Técnico Urbanista por el Instituto Nacional de Administración Pública, y por el interés histórico, sanitario y sociológico de los alcantarillados y de la depuración de aguas.

La evolución del Saneamiento y de la Depuración ha corrido pareja a la evolución del concepto de ciudad tenido en las distintas etapas, renacimiento, barroco, ilustración, revolución industrial y primera mitad del siglo XX, a la importancia dada a los problemas sanitarios, al valor de la vida humana y a la preocupación por los problemas sociales, habiendo sido el interés motrado por la implantación de estas infraestructuras muy diferente en cada una de las épocas estudiadas. Por tanto, el **objetivo** del trabajo es la recopilación de las referencias bibliográficas y de los estudios sobre esta evolución y especialmente:

1. La relación entre etapas históricas, higiene y salud.
2. La relación entre saneamiento y urbanismo.
3. La incidencia social del saneamiento.

4. La incidencia sanitaria del saneamiento.
5. El estudio de las Instrucciones, Ordenanzas y Normativas sobre la materia.
6. La evolución de las técnicas y de los materiales del alcantarillado y de la depuración.

Estos objetivos coinciden con algunas de las líneas de investigación de la Tesis Doctoral a la que se considera el **antecedente** de la que se presenta, y que fue leída el 13 de diciembre de 1996 en la Universidad de Granada titulada "Evolución del Saneamiento en el Sur de España hasta el siglo XVI", defendida por D. Antonio Menéndez Ondina y dirigida por los Catedráticos de Ingeniería Sanitaria y Ambiental D. Ernesto Hontoria García y D. Aurelio Hernández Muñoz, de las Universidades de Granada y Politécnica de Madrid.

La Tesis del Dr. Menéndez Ondina versaba sobre "la evolución de los sistemas de saneamiento que han existido en el Sur de España, en el período que se extiende desde los inicios de los asentamientos hasta lo que se denomina en Historia el final de la Reconquista, o decadencia del período árabe".

El trabajo ponía de manifiesto que las "inquietudes por el tema de evacuación de las aguas han sido distintas y por tanto las soluciones aportadas diferentes. El sistema evolutivo no ha sido continuo, produciéndose fases de grandes realizaciones con etapas de total abandono".

El testigo, por tanto, se recoge a comienzos del siglo XVI, coincidiendo especialmente en el Sur de la Península, con el concepto Renacentista de ciudad propiciado por los cambios que el final de la cultura musulmana imponían.

El estudio termina en 1950, al entender que esa fecha, con la generalización de las redes de saneamiento de aguas y de las técnicas de depuración de las mismas, coincide con los inicios de lo que podríamos llamar época contemporánea, y por tanto encaja relativamente en lo que consideramos un trabajo histórico.

2

INTRODUCCIÓN

El Diccionario de la Real Academia Española define **cloaca** como "conducto por donde van las aguas sucias o las inmundicias de las poblaciones", y **alcantarilla** como "puentecillo en un camino" y como "acueducto subterráneo fabricado para recoger las aguas llovedizas o inmundas y darles paso".

El mundo de las alcantarillas ha sido ampliamente utilizado en ensayos sociológicos, filosóficos y políticos para hablar de las cloacas de la ciudad, de las cloacas del Estado, del olor o hedor de la ciudad o de la ciudad de cristal, la ciudad de las calles transparentes en la que las cloacas están a la vista de los ciudadanos.

El símil también se ha trasladado a la necesidad de cloacas no ya en la ciudad, sino en la sociedad como garantía para evitar epidemias.

Dada la trascendencia sanitaria de las cloacas el personal dedicado a su construcción y mantenimiento ha sido incluido entre el que vela por nuestra salud con protagonismo similar al hospitalario.

Esta identificación de la ciudad con su red de alcantarillas se pone de manifiesto fielmente en la novela de Víctor Hugo "Los Miserables" cuando escribe que "la historia de los hombres se refleja en la historia de las cloacas", y el arquitecto municipal de Alicante en 1895, José Guardiola Picó, para justificar el saneamiento de la población identificaba el mismo con la virtud y la riqueza de los pueblos. "Dadme un pueblo que viva en condiciones de salubridad y os daré un pueblo virtuoso y rico".

El cine, en el que casi siempre los malvados tienen sus guaridas en las cloacas, y los cuentos infantiles como "El Flautista de Hamelin", en donde el prota-

gonista libera a la ciudad de las ratas de alcantarilla, dicen bien del protagonismo social de esta infraestructura. Por las alcantarillas huyen los fugitivos y por ellas se les persigue. E incluso las alcantarillas sirven de sumidero del pasado como ocurre cuando la protagonista de "Ana", la inolvidable Silvana Mangano arroja al imbornal las llaves del apartamento de su amante.

Las ratas han sido tradicionalmente una de las pocas especies animales que se han identificado como fauna de la "isla de calor", en denominación del ecólogo inglés Thomas F. Glick, que nosotros llamamos ciudad.

Los parásitos de las ratas transmitían enfermedades, como la peste bubónica en el caso de la rata negra. En el siglo XIX, se conocía bien la historia natural de la rata de alcantarilla puesto que los hombres trabajaban en las cloacas y conocían sus costumbres.

Por ejemplo, en el Londres anterior al saneamiento metropolitano que construyó Sir Joseph Bazalgette, los conductos de los desagües eran rectangulares de ladrillo y arqueados en su parte superior formando una bóveda. En las intersecciones entre las cloacas pequeñas y grandes, se formaban salientes que eran el hábitat preferido de las ratas. Estas vivían y se reproducían en las cloacas, pero no comían allí. Además apreciaron que la rata era el único animal que vivía en ellas.

Desde el punto de vista del saneamiento, lo más interesante de la rata no era su papel como vector de enfermedades sino los problemas mecánicos que las ratas causaban. Las ratas destruían el enladrillado de las alcantarillas agujereándolo y creando pozos laterales cuyo contenido impregnaba el suelo y se filtraba a los pozos de abastecimiento.

El nuevo saneamiento con tuberías de desagüe de cañón liso eran resistentes a los mordiscos, pero las ratas cambiaron de táctica, hicieron labor de zapa cavando debajo y provocando que las tuberías bajasen y se abrieran las uniones, consiguiendo que las enfermedades se siguiesen transmitiendo más por esta acción mecánica que por causa estrictamente biótica.

Los materiales que tradicionalmente eran cerámicos, ladrillo y barro, se fueron modificando a lo largo del siglo XIX utilizándose fundamentalmente el hierro y el hormigón trabajado "in situ".

La ausencia de adecuadas redes de alcantarillado y de tratamiento de las aguas sucias identificaron durante siglos a las ciudades por el hedor que producían. Así en el siglo XVIII, el viajero podía reconocer El hedor de Hamburgo mucho antes de avistar la ciudad, y el gran hedor del Támesis en el verano de 1858 marcó el punto De inflexión que nos llevó a la moderna ingeniería sanitaria. A mediados del siglo XIX, las epidemias de cólera obligaron a los gobernantes a instalar abastecimientos de agua y alcantarillado y a introducir ordenanzas de construcción al menos en las ciudades de la Europa occidental.

Reginald Reynolds, en "Cleanliness and Godliness", Londres, 1943, dice: "El saneamiento tiene su propia historia, arqueología, literatura y ciencia. La mayor parte de las religiones se han preocupado por él, la sociología lo incluye en su campo y su estudio es imperativo para el conocimiento de la ética social.

El entendimiento de su desarrollo, y retardo, exige conocimientos de sociología, su apreciación completa demanda un sentido estético y el desarrollo económico determina, en gran medida, su crecimiento y alcance...
Aquel que se proponga su estudio con objeto de adquirir un conocimiento digno de su magnitud, debe considerarlo desde todos los ángulos y con un ansia de aprendizaje".

Aunque desde el punto de vista metodológico el recorrido efectuado por la **bibliografía** y demás **fuentes documentales**, relacionadas en los Anexos finales, ha tenido como referencia el siglo, internamente se han estudiado el marco histórico y por tanto la importancia que las distintas políticas dieron a la higiene y a la salud, la relación entre el saneamiento y el urbanismo, el estado de las técnicas y los materiales y la incidencia sanitaria y social que las alcantarillas tuvieron en las distintas épocas.

3

ANÁLISIS DE LA BIBLIOGRAFÍA Y DE LA DOCUMENTACIÓN CONSULTADAS

3.1. Siglos XVI y XVII

Durante las postrimerías del siglo XV y durante todo el siglo XVI el papel de España fue universal, descubrimiento de América, dominio del Mediterráneo, creación de un imperio con Carlos I y consolidación con Felipe II.

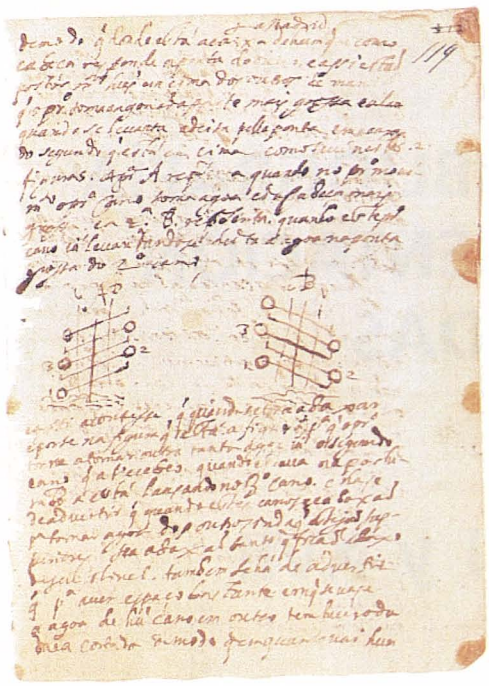
Es necesario preguntarse si España pudo constituirse como Unidad, descubrir América y sostener su imperio sin obras de ingeniería a la altura de estas empresas, en definitiva, saber si existió una ingeniería española del Renacimiento.

3.1.1. *La Ingeniería Civil española en el Renacimiento*

El cambio de mentalidad respecto a la época medieval, referido a la ingeniería, comenzó en Italia en el Siglo XV.

Varios hechos contribuyeron a la aparición de un tipo de ingeniero y de unas obras de ingeniería que tenían como modelo las realizadas en el mundo clásico.

En primer lugar, el descubrimiento de las ruinas clásicas romanas de obras públicas que habían permanecido olvidadas durante la época medieval. En segundo lugar el descubrimiento por Poggio Bracciolini, de un manuscrito de



Descripción manuscrita de 1604, del funcionamiento de los cucharones de ingenio de Juanelo Turriano en Toledo, por el Chantre de Evora, Portugal

Vitrubio en el año 1.415. Marcus Vitrubius (siglo I a.C.) en su trabajo "De Architectura", dedicó un capítulo al agua, en él decía que el agua de lluvia y la procedente de la fusión de la nieve se infiltra en el terreno y aparece luego en zonas más bajas en forma de fuentes.

Fue el primero que intuyó una interpretación correcta del ciclo hidrológico.

Vitrubio definió el ideal de arquitecto-ingeniero humanista, con conocimientos en diversas artes, indicando en otros capítulos del texto los procedimientos constructivos de la antigüedad clásica, así como los tipos de máquinas utilizadas en la construcción por arquitectos e ingenieros romanos en el Siglo I.

Durante la época de los Reyes Católicos había pocos ingenieros, aunque es difícil de saber, ya que se hicieron numerosas obras locales que estuvieron en manos de maestros de obras difícilmente calificables como ingenieros.

La muerte de Isabel la Católica (1504) supuso un descenso de la actividad ingenieril, que se fue recuperando con la llegada de **Carlos I** (1516) y sobre todo con el inicio de obras de ingeniería importantes, como el Canal Imperial de Aragón.

En el Sur, durante el reinado de Carlos I, se propone el trasvase de los ríos Castril y Guardal en la provincia de Granada, afluentes del río Guadiana Menor, al Río Guadalentín en Murcia.

En 1576, Lorca, Cartagena y Murcia presentaron un proyecto a Felipe II, quién envió al arquitecto Jerónimo Gili, que informó desfavorablemente la empresa.

La obra se retomó en el Siglo XVIII, 1774, realizándose entonces algunos tramos e interesantes obras de fábricas, pasando a denominarse Canal de Carlos III.

Fue en esta época de Felipe II (1556-1598), cuando la actividad alcanzó su máximo desarrollo debido a la afición del Monarca a las obras de ingeniería.

Estas obras absorbieron gran número de ingenieros españoles y extranjeros.

La Bancarrota de 1575, la guerra con Inglaterra y la derrota de la Armada Invencible y la muerte de Felipe II en 1598, supuso un notable descenso de la actividad de los ingenieros españoles.

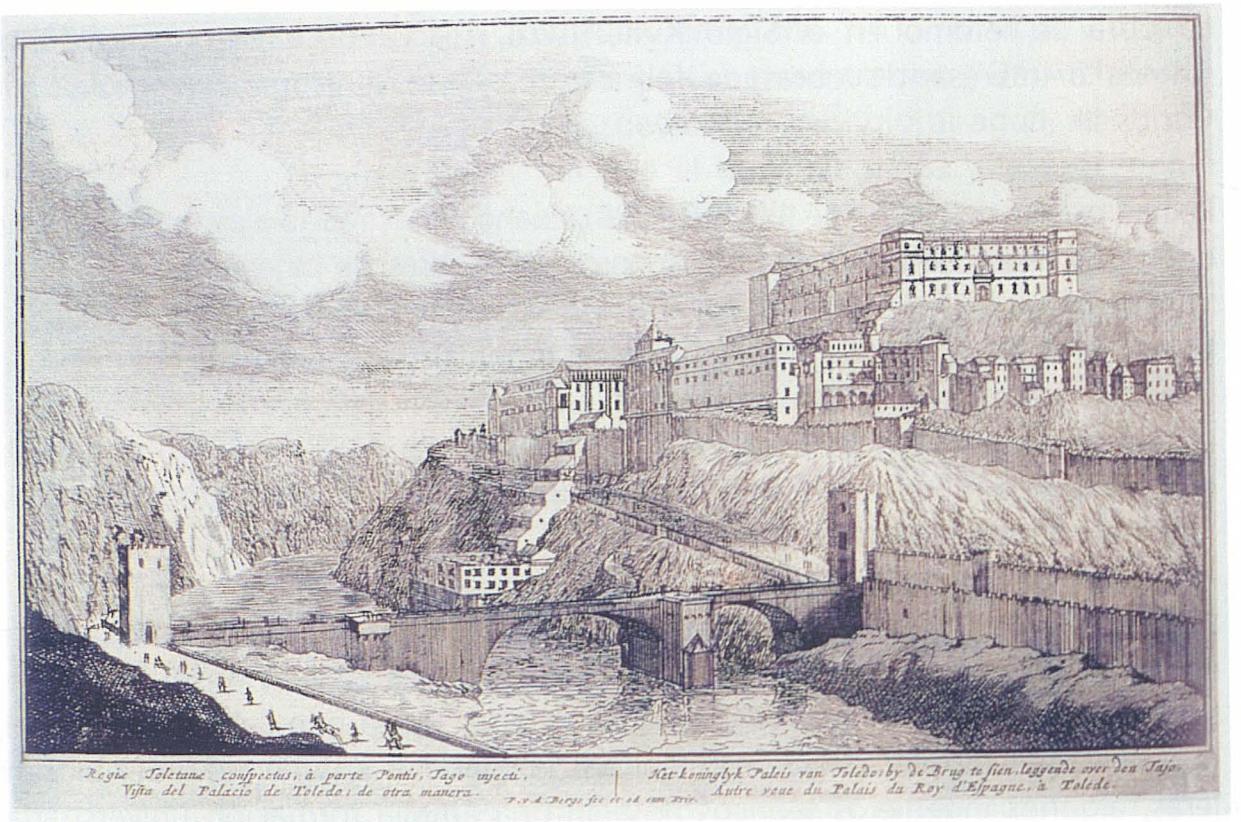
La formación y origen social de los ingenieros españoles, que convivieron durante el siglo XVI con los italianos, alemanes, de los Países Bajos, franceses e ingleses, que trabajaban en España, era muy variado. Hasta que Felipe II, en 1558, restringió las posibilidades de estudiar a los españoles en universidades extranjeras, algunos ingenieros teóricos poseían una amplia formación universitaria.

Otros aprendieron con maestros italianos o flamencos que encontraron en sus países o en España.

Pedro Juan de Lastanosa, Juan Bautista Toledo, Juan Herrera y otros autores de libros de ingeniería hablan de que sí existió una ingeniería del Renacimiento en España.

El texto del siglo XVI estudiado con más amplitud, es el conocido como "Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas". Inicialmente fue atribuido al ingeniero italiano Juanelo Turriano (1500–1585) nacido en Cremona, en la Lombardía, autor del ingenio construido para elevar el agua desde el río Tajo hasta el Alcázar de Toledo, y relojero del Emperador. El libro escrito sobre 1570, y al que recientes investigaciones dan como autor a Lastanosa, demuestra los amplios conocimientos que sobre ingeniería hidráulica poseían los españoles ya en el siglo XVI, tratando temas tanto científicos como la calidad del agua, como la construcción de presas, puentes, puertos y la maquinaria y los procedimientos constructivos para la ejecución de los mismos.

La construcción de canales y acequias y las traídas de agua a las ciudades, hizo que se utilizasen y progresasen los sistemas de nivelación, siendo su

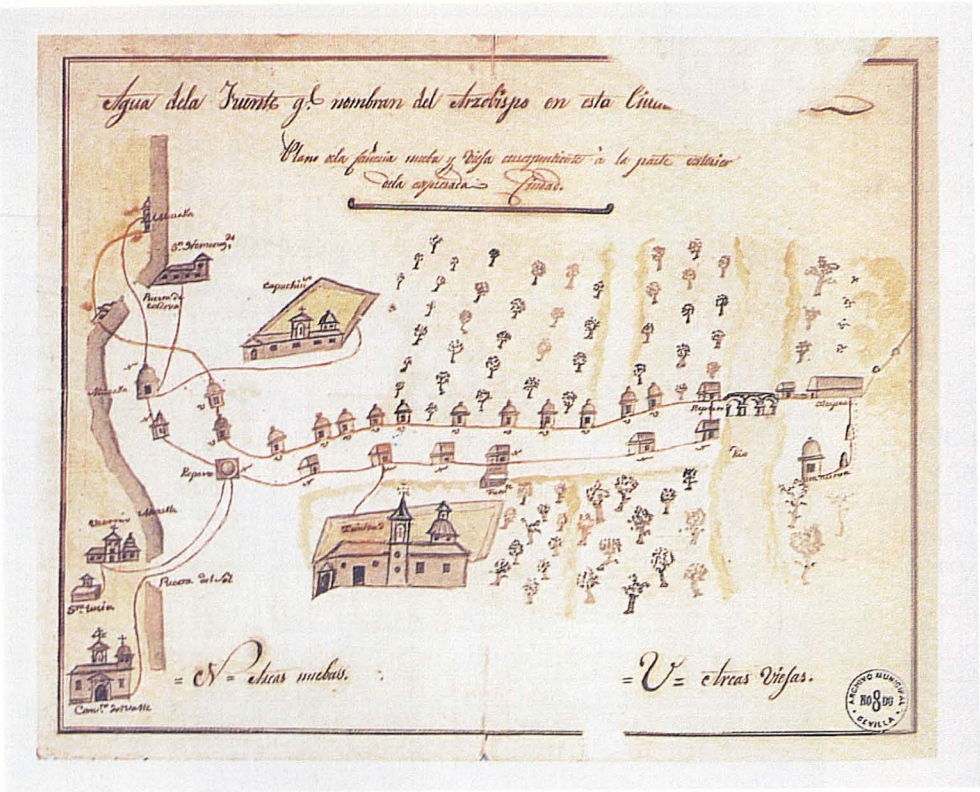


Vista del ingenio de Juanelo Turriano en un grabado hacia 1650.

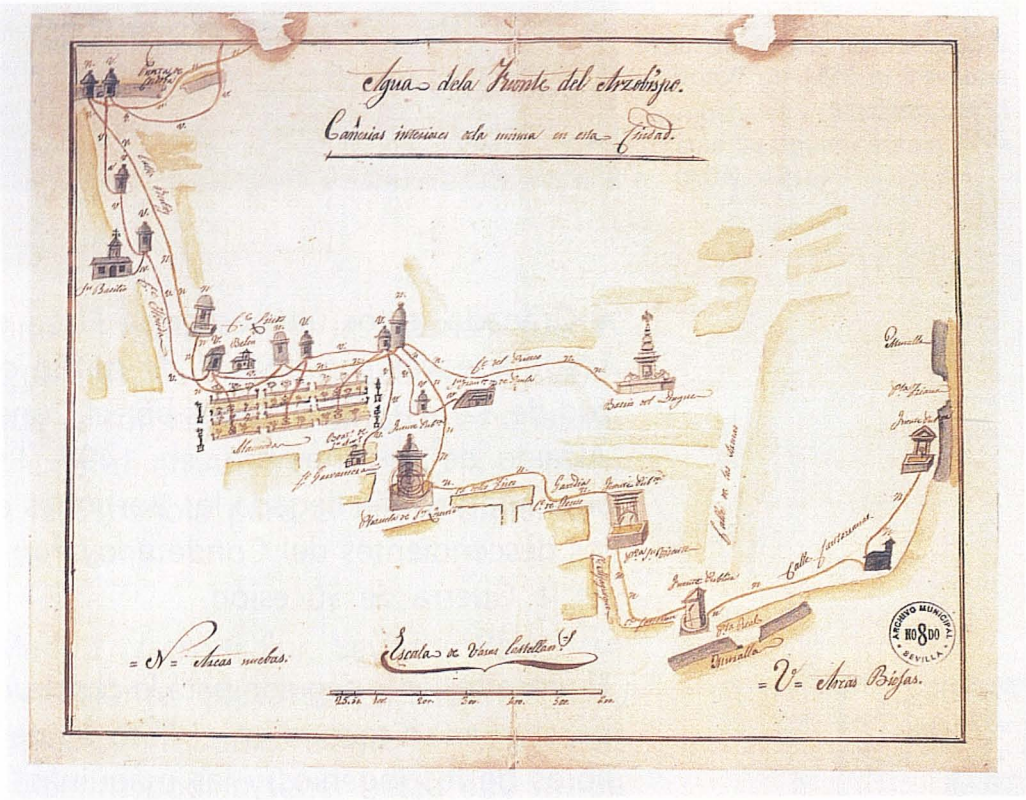
fallo la causa de muchos de los fracasos de las obras. Todas estas intervenciones junto a los artefactos o ingenios como los de Juanelo Turriano en Toledo y de Pedro de Zubiaurre en Valladolid para subir las aguas del Tajo y del Pisuerga, dan idea del interés por los abastecimientos a las poblaciones. La construcción de pozos, fue también un sistema muy utilizado para el abastecimiento durante el siglo XVI.

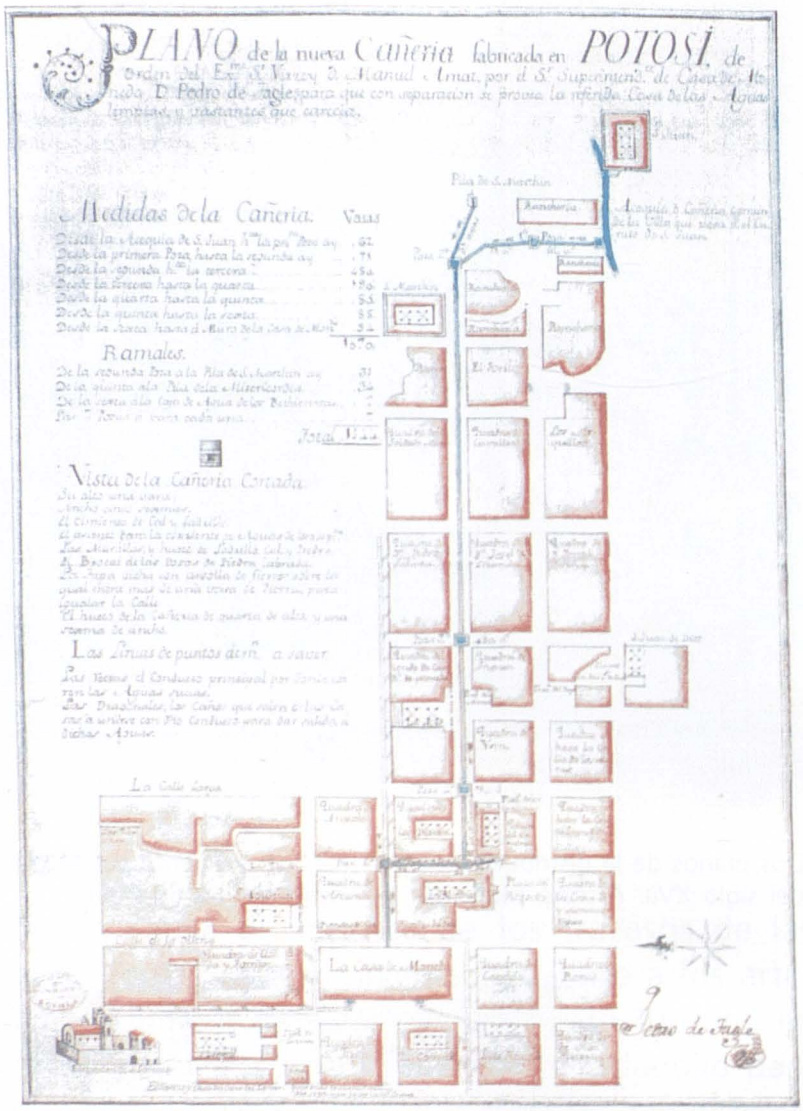
La descripción del modo de construir pozos figura en un contrato de 1583 entre el maestro de pozos, Francisco Hernández y el Notario Miguel Español.

Cádiz, que había perdido su acueducto romano con sifones de piedra, se abasteció en el siglo XVI, con un pozo abierto en la segunda mitad del siglo, el Pozo de la Jara. Cuando los pozos no eran posibles se construyeron aljibes y cisternas, como en Cáceres



Dos planos de la distribución de las arcas de la Fuente del Arzobispo, intramuros de Sevilla, a finales del siglo XVII. Archivo Municipal de Sevilla (Pl. I-3-63 y 64(

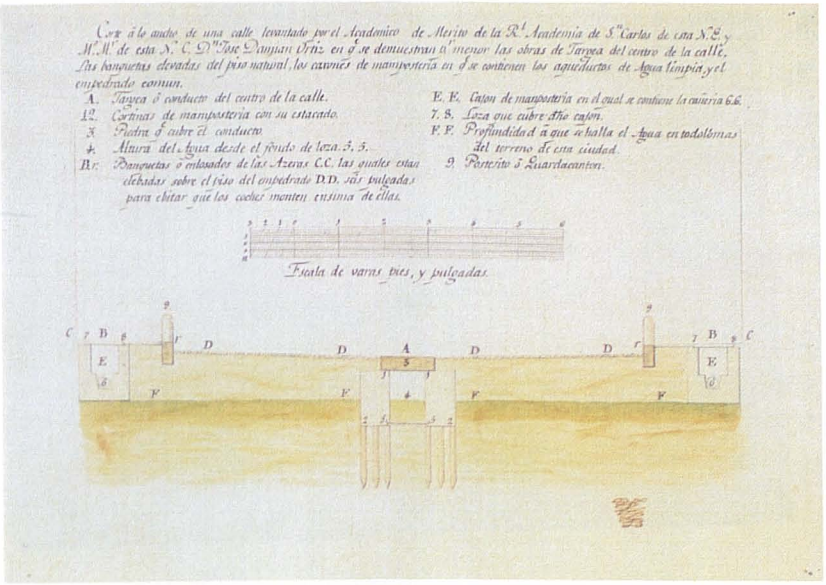




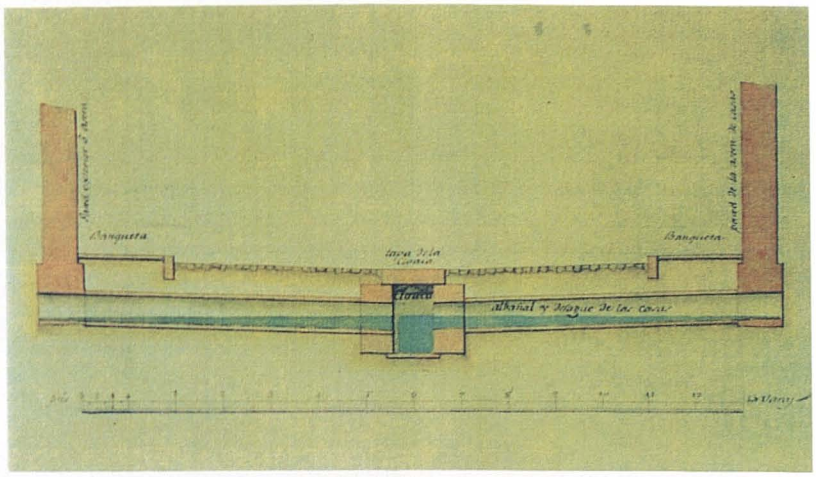
Detalle de un encañado de agua en la Villa de Potosí. Pedro de Tagle

y Granada, éstos últimos en la Plaza de su nombre son dos naves con bóveda de cañón con una longitud de 32 m., y construidos por el Conde de Tendilla, Alcaide de la Alhambra, en 1494. Este cargo fue suprimido con la llegada los Borbones en 1700, pues los descendientes del Conde apoyaron a los Austrias en la Guerra de Sucesión.

El procedimiento seguido para la construcción de aljibes y cisternas se recoge en el libro X, de los "Veintiún libros de los Ingenios y las máquinas".



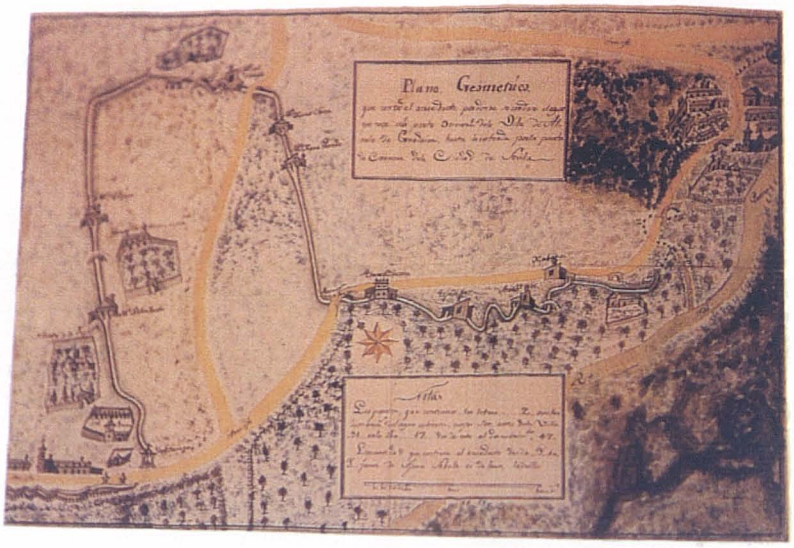
Conducciones de agua potable y tarjea de saneamiento en la Ciudad de México. José Damián Ortiz, 1792. (AGI, México, 438)



Albañales y cloacas para evacuar las aguas negras. 1794. (AGN, 4216)

También continuaron utlizándose las azudas, ruedas hidráulicas de paletas, de tradición medieval e islámica, como la que se conserva en Córdoba, y norias de sangre, especialmente en América, siendo la mejor la construida en la Española para el abastecimiento a Santo Domingo.

Por último, Madrid, y en el Sur, Sevilla y Baeza, se abastecieron mediante captaciones subterráneas, "qanats", llamados en España, "minas" o "viages de agua". Estas galerías podían tener hasta 400 m. de



Abastecimiento de aguas a Sevilla desde la ciudad de Alcalá de Guadaira. Plano anónimo del siglo XVIII. A. H. M. de Sevilla.

longitud, teniendo chimeneas verticales a unas distancias entre 4 y 70 m., que servían de respiraderos y permitían extraer los materiales de la excavación.

Sin embargo no hay referencia o se ha encontrado obras de alcantarillado o de saneamiento de poblaciones, durante el siglo XVI, utilizándose en el sur de España, las redes construidas durante la dominación árabe, e incluso tramos de los construidos durante la época romana.

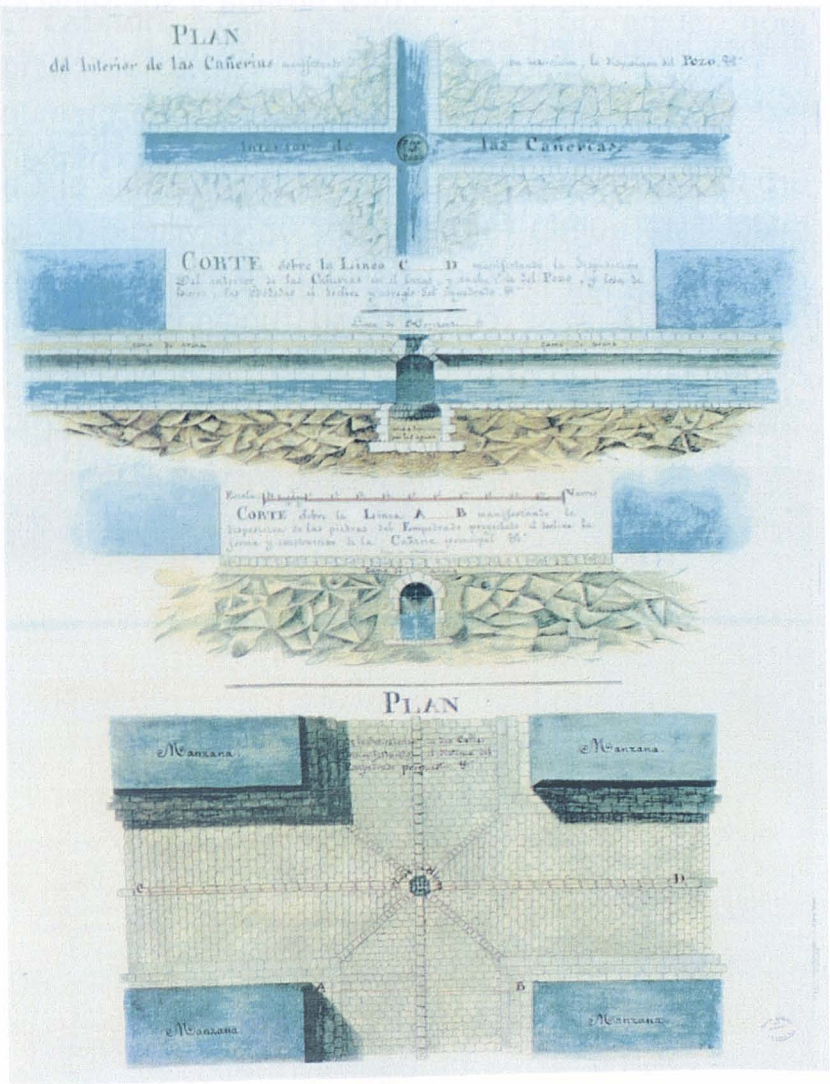
En cuanto a la Ingeniería sanitaria realizada en América, la ciudad de Santo Domingo en la Isla la Española, fundada en 1494 y que fue la primera ciudad importante fundada, fue cambiada de ubicación en 1502 a instancia del Gobernador de la Isla, Nicolás de Ovando, a la margen derecha del río Ozama. En 1544 se realizó su abastecimiento, referido anteriormente, y siguiendo el ejemplo del mundo romano se trazó su alcantarillado antes de construir calles y edificios.

Aún se conserva una extensa red de galerías de sección abovedada realizados con ladrillo y mampostería.

Cuando se promulgan las Ordenanzas Reales de América (Recopilación de las Leyes de Indias) en las que, entre otras cosas, se daban instrucciones sobre fundación de ciudades, de 1523 de Carlos I y de 1573 de Felipe II, ya se habían construido la mayoría de las ciudades. En 1580 ya existían 230, y en 1630, eran 330 ciudades.

Como se ha visto la ingeniería española tuvo también su Renacimiento, aunque este fue tardío y abortado tempranamente por las circunstancias históricas y sociales del siglo XVII.

Felipe III (1600), el primer monarca del nuevo siglo fue poco aficionado a la ingeniería, así como sus



Proyecto de una red de saneamiento para la ciudad de La Habana. A. Lasarriere Latour. 1824. (AGI. Santo Doming, 765)

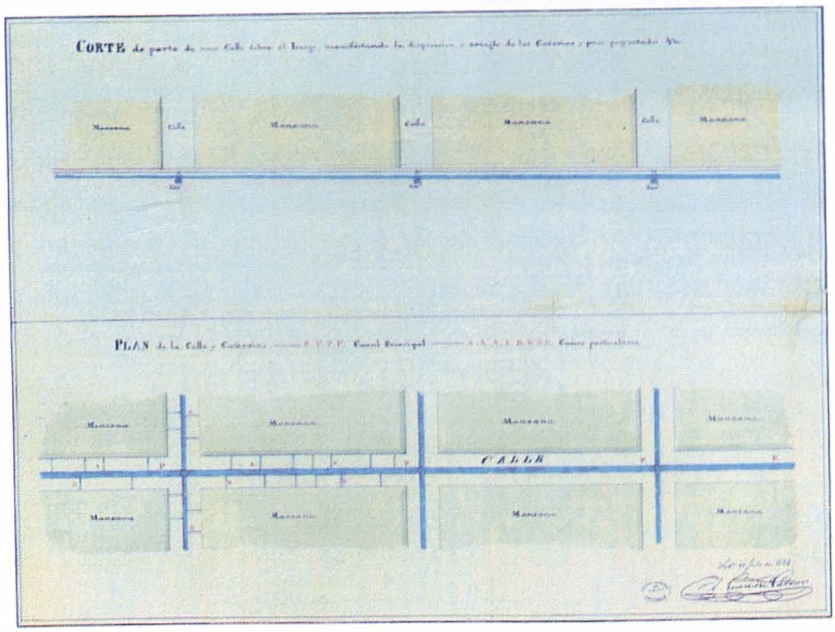
sucesores Felipe IV y Carlos II, coincidiendo con un período de letargo y crisis política que se modifica con la llegada de los Borbones coincidiendo con el inicio del siglo XVIII.

3.1.2. *El caso de Granada*

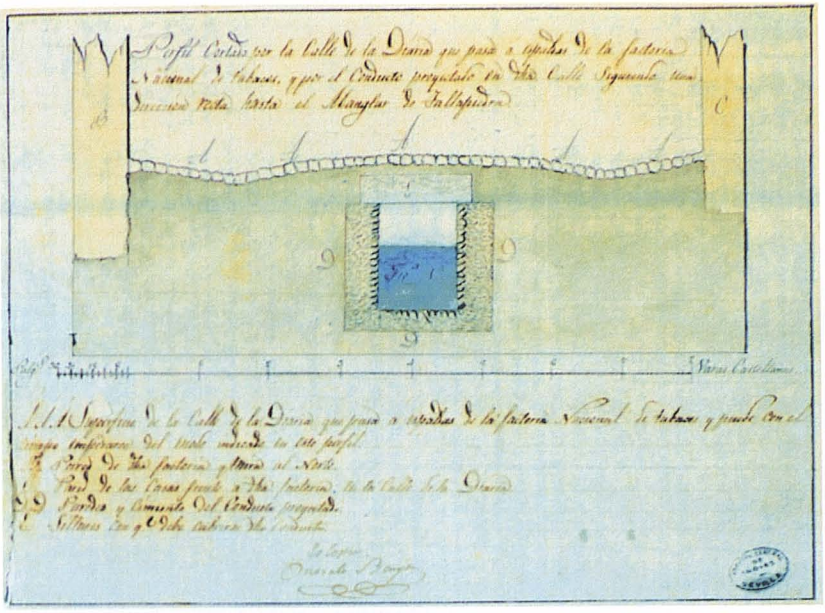
La ciudad de Granada, última de las conquistas de los Reyes Católicos pasó a manos castellanas en el comienzo del siglo XVI (1492).

Durante este periodo se realizaron importantes obras de arquitectura civil, Palacio de Carlos V, y religiosa, Catedral, Monasterio de San Jerónimo, etc., pero la ciudad mantuvo su estructura urbana y sus servicios árabes hasta bien entrado el siglo XVIII.

La organización institucional y la función rectora del urbanismo granadino fueron encomendadas al Cabildo. Este quedó formado por un privilegio de los Reyes Católicos dado en Granada el 20 de septiembre de 1500 y se concretó su funcionamiento en 1501.



La red de cañerías adaptada a la retícula urbana de la ciudad. A. Lasarriere Latour. 1824. (AGI, Santo Domingo, 746)



Atarjea de saneamiento cerca de la Fábrica de Tabacos. Honorario Bouyón, 1827. (AGI, Santo Domingo, 769)

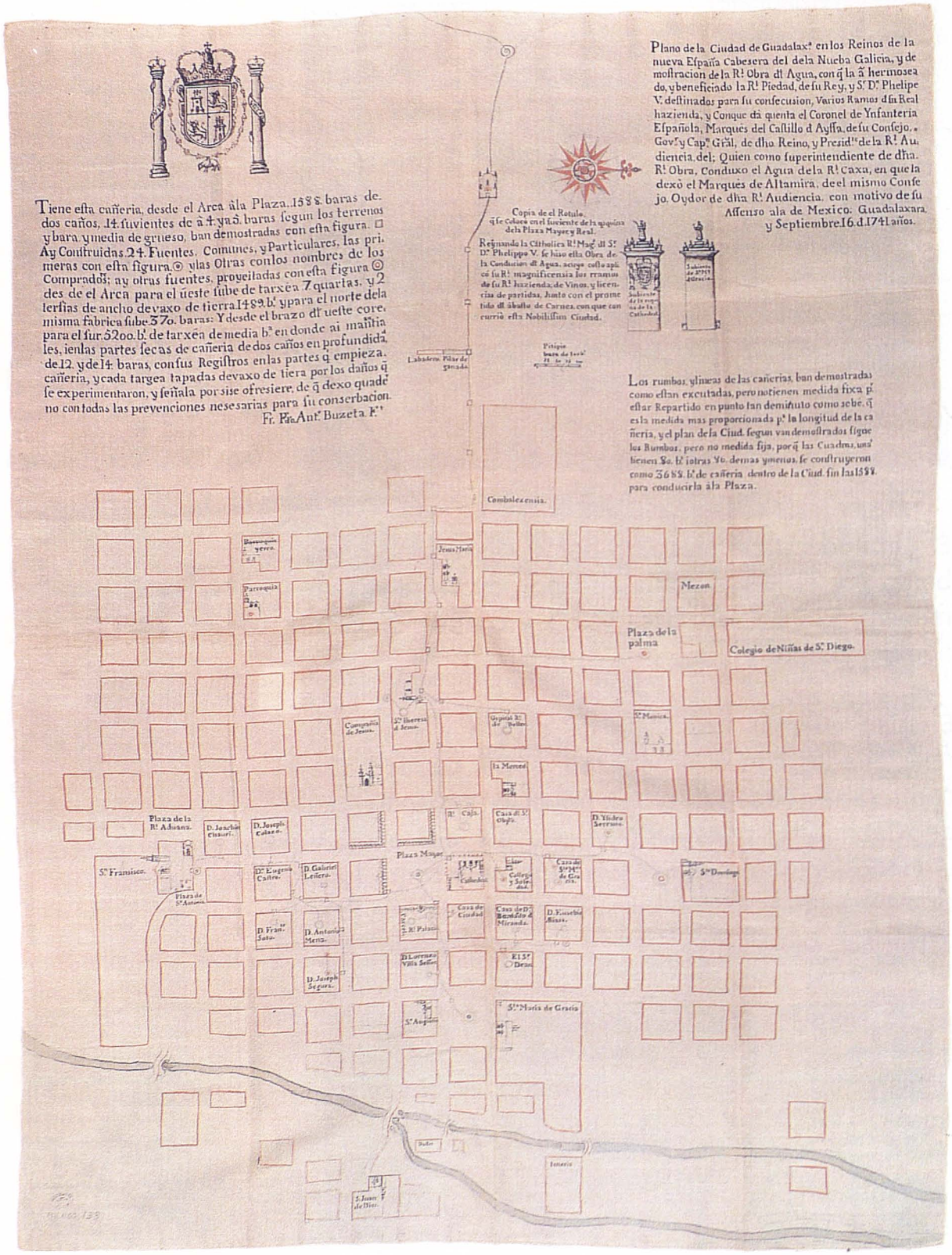
El **Cabildo** estaba presidido por el Corregidor, nombrado por el Rey y compuesto por los Regidores en número de 24, (Caballeros veinte y cuatro), también nombrados por el Rey.

Existían además una serie de cargos y entre los relacionados con el urbanismo, el del **Obrero** que controlaba todas las obras públicas dependientes del Cabildo. El puesto se proveía por dos años, y el **Fiel**, elegido anualmente y que tenía como función hacer que se cumpliese la ordenanza de limpieza.

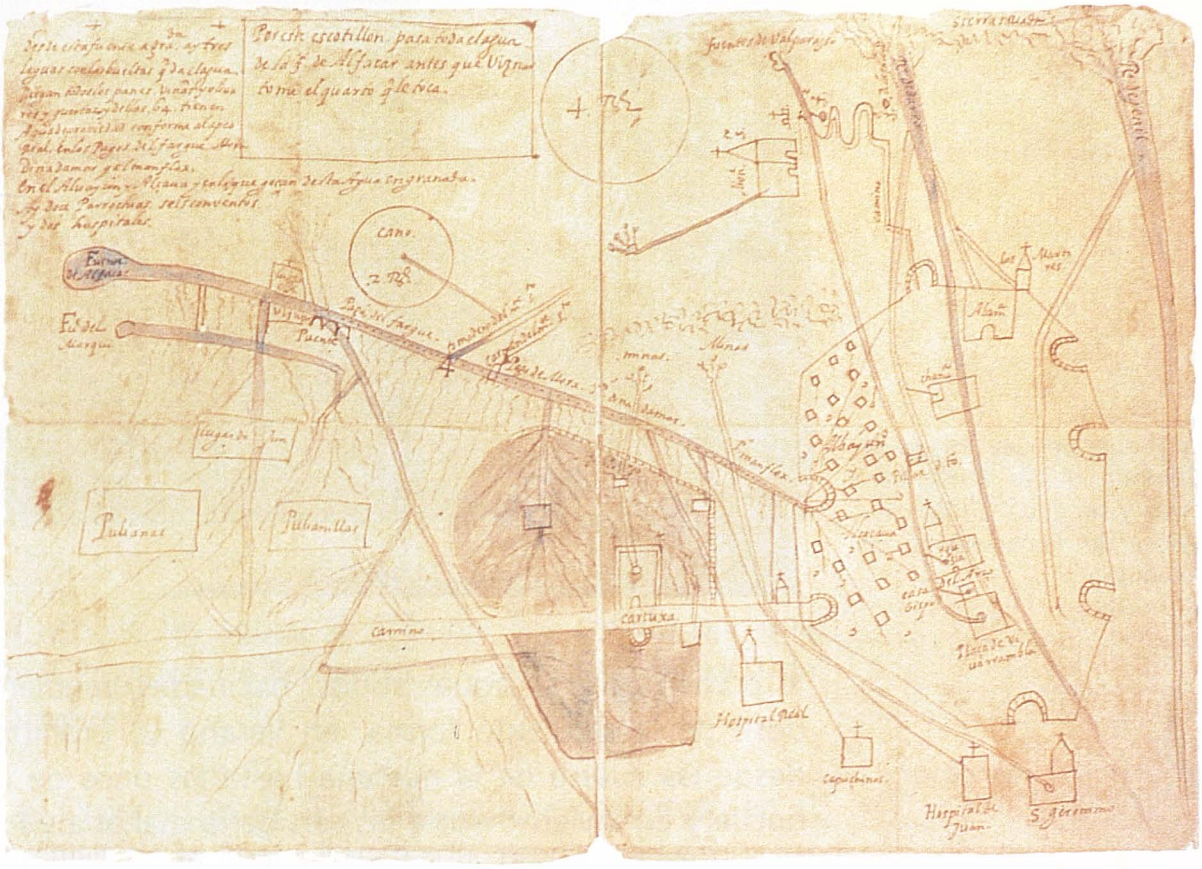
Las Ordenanzas ó Corpus jurídico capaces de hacer funcionar el conjunto de las actividades ciudadanas, comenzaron a sistematizarse con el privilegio concedido a la ciudad el 15 de octubre de 1501.

La primera impresión se hizo en 1552 y se volvieron a publicar en 1670.

Durante todo el siglo XVI se fueron ampliando con nuevos conceptos o alterando los iniciales. Aún teniendo en cuenta las lagunas documentales existen-



Plano de la ciudad de Guadalajara (México) con l anueva red de distribución de agua. Fr. Pedro Antonio Buzeta 1741. (Archivo General de Indias, M. y P. México y La Florida, 1381.



Plano de abastecimiento de agua a Granada, hacia 1620. Archivo de la Facultad de Teología de la Universidad de Granada

tes se puede afirmar que en la época árabe los problemas sanitarios fueron menores que tras la Reconquista. Esto fue debido a que en tiempos de los árabes se preservaba la calidad del agua de abastecimiento al canalizarla mediante conducciones cerradas que impedían la intromisión de contaminantes. El agua además no llegaba directamente a las casas sino que había que ir a buscarla a cualquiera de los aljibes de la ciudad.

El río Darro que atravesaba la ciudad actuaba como una **gran cloaca**. Esta identificación entre el Río y el saneamiento se ha mantenido a lo largo de la historia recibiendo, en la ciudad y en toda la provincia, el nombre de **darros** la red de alcantarillado. En el tramo urbano estaba penalizado arrojar basuras sólidas multando al infractor y obligándole a sacar cuatro veces lo arrojado.

La Fuente del Rey, Priego de Córdoba, quizás la más hermosa y sin duda la más caudalosa del Renacimiento en Andalucía

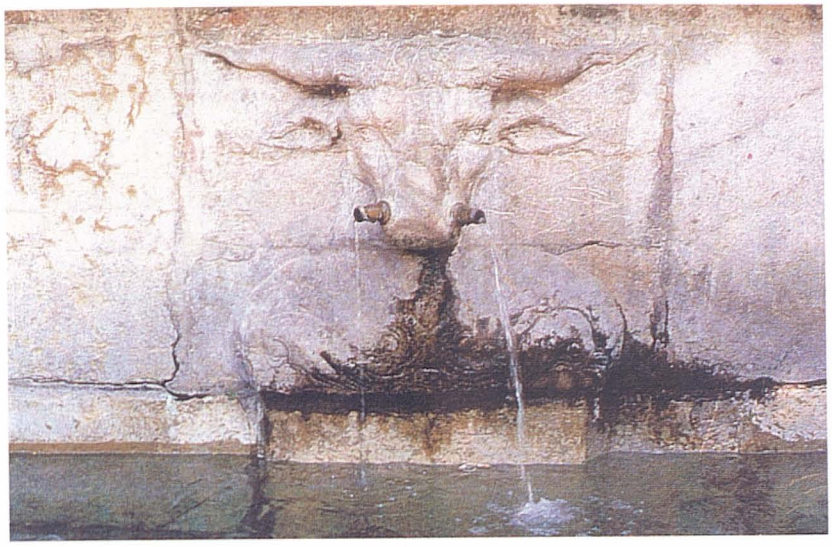
Sí podían echarse aguas sucias, bacinadas, regulándose de la siguiente forma, en verano se prohibía desde las cuatro de la mañana hasta las once de la noche y en invierno entre las seis de la mañana y las nueve de la noche.

La gestión del uso de las aguas sucias dentro de la ciudad se regulaba mediante tomas de agua que, una vez autorizadas, pagaban unos censos determinados.

Una vez en el campo se baremaba el precio por marjal regado, duplicándose en verano respecto del invierno.

Toda esta minuciosa legislación era juzgada por los alcaldes de aguas, que eran dos caballeros veinticuatro nombrados por un año.

Granada y su Vega contó con un Tribunal de Aguas desde 1501. En ese año, los regidores de Granada pidieron a Fernando el Católico que restaurase y mantuviese las costumbres de riego de los árabes granadinos, para que siguiera el buen orden y concierto en



El pilar del Toro. Plaza Nueva, Granada

el uso de las aguas. El Tribunal fue creado por una Real Provisión de Fernando el Católico de fecha 2 de Octubre.

Las Ordenanzas de Granada, que se conservan en el Archivo de la Real Chancillería, promulgadas por los Reyes Católicos y modificadas por Carlos V, mantuvieron la legislación de aguas musulmana, y sancionaron lo que era práctica habitual en la época musulmana, la aplicación de severas multas, que podían suponer hasta el 20% del salario anual, para los acusados de su incumplimiento.

3.2. El siglo XVIII

En el siglo XVIII español, se tuvo afán de hacer cosas, desazón por lo que estaba mal y confianza en hacerlo mejor, y empeño por las reformas, aún cuando se diga que la fiebre de lo nuevo únicamente agitó a unas minorías más o menos reducidas, mientras al pueblo común sólo le tocó todo el despotismo y muy poco la ilustración.

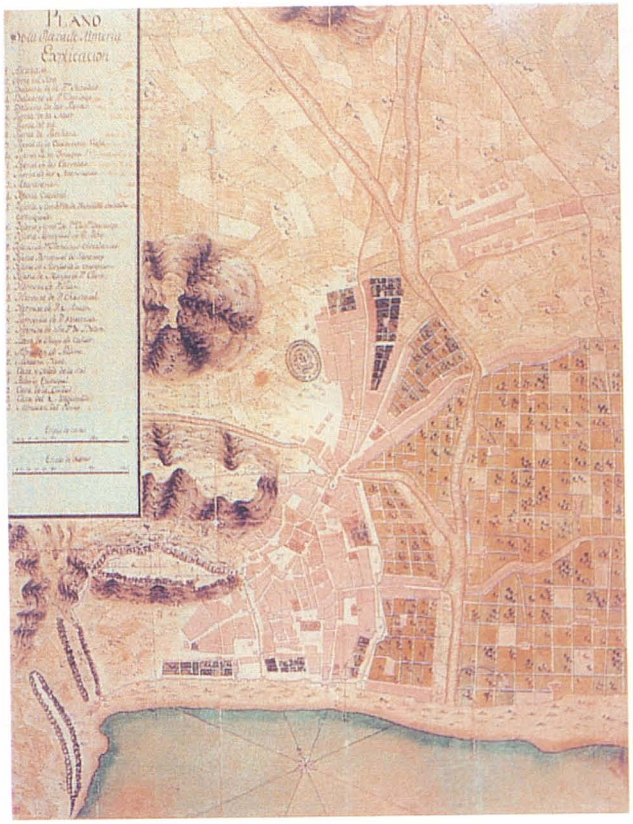
Sin embargo, el cambio es innegable, y el espíritu del siglo pasó por algunos lugares con evidente resultado.

Uno de los fenómenos nuevos del setecientos es el transplante de masas, el viaje, una apertura de los caminos que viene a ser una corriente prometedora que vitaliza la sociedad. Gentes que van de un sitio a otro a pesar de los medios coercitivos del Estado Absoluto que no quiere que se escapen los cerebros y las manos útiles de su propio país para enriquecer al vecino.

Es también interesante el acercamiento al ensayismo industrial de la época. Los españoles del siglo XVIII comenzaron a darse cuenta de que les faltaban muchas cosas para hacer más confortable su existencia.

Se programaron industrias nacionales, muchos ensayos y algunas realidades, perdiéndose lo mejor del esfuerzo en los trámites de los programas y planes, que la mayoría de las veces no pasaron del dibujo del especialista, de la memoria-proyecto de un ministro o del informe de una Sociedad Económica del País.

En cuanto a las actividades comienza a hacerse presente un talante desconocido entre los españoles, el hombre de empresa que supera su individualismo



Plano de la ciudad de Almería, segunda mitad del siglo XVIII. A. G. S.

y busca la asociación para la empresa, la ganancia y el riesgo, surgiendo las compañías, palabra estrenada en el setecientos, que fían al comercio, todos los bienes del progreso.

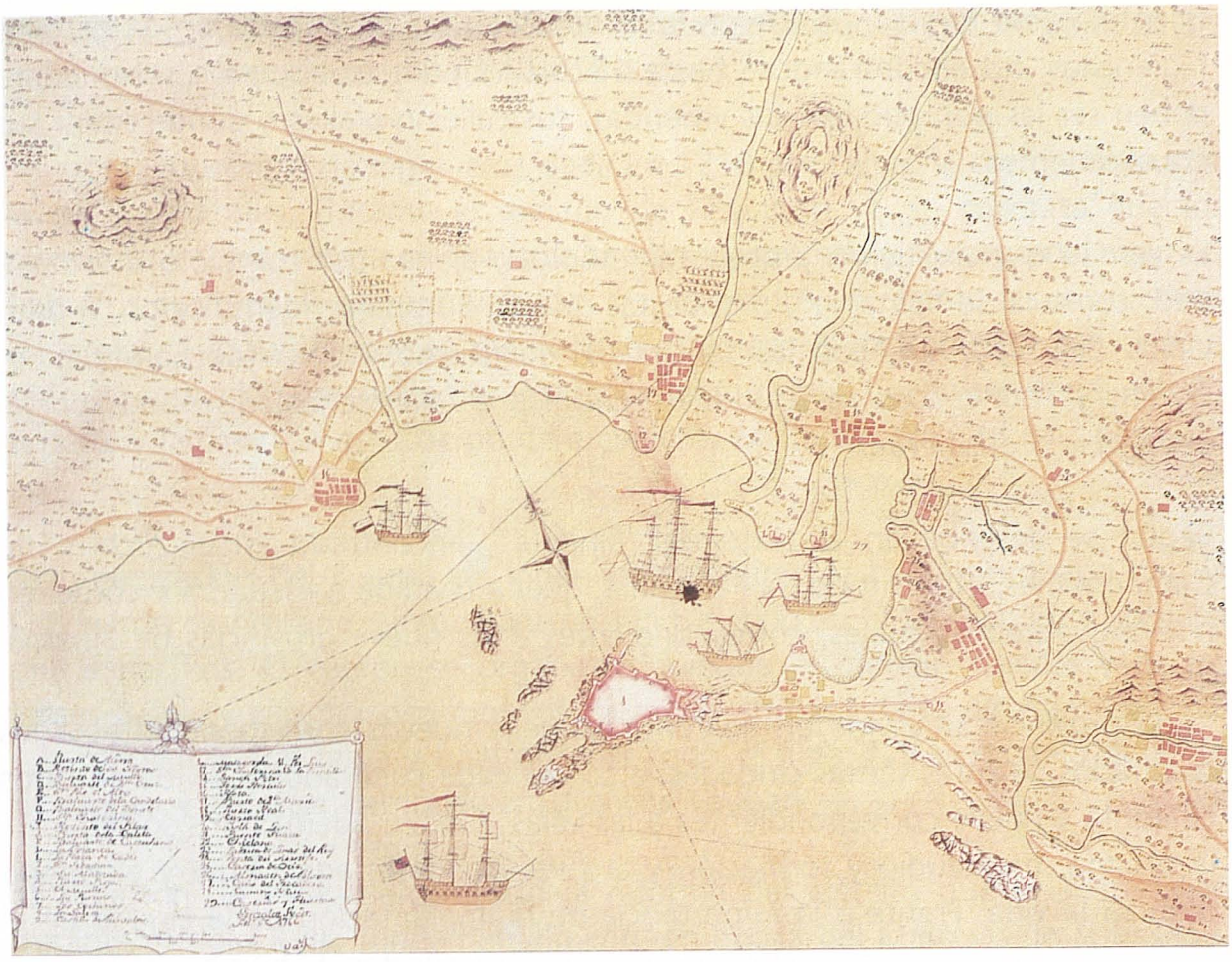
Todos estos fenómenos han de influir poderosamente en la ciudad, tanto en su parte material, **Urbs**, como en el conjunto de instituciones que definen su contenido, **Civitas**.

En el aspecto que nos ocupa, la ciudad se modifica, su fisonomía urbana se transforma, hay un asomo o algo más de lo que se denomina higiene urbana, y las casas por dentro y por fuera empiezan a cuidar su aspecto, convirtiendo a la ciudad en la morada del hombre.

3.2.1. *El encuadre territorial*

La realidad urbana cambió entre 1750 y 1814. Varió la idea de territorio, se estableció una nueva forma de intervención en la naturaleza, coherente con la pretensión de lograr riqueza, se actuó en los viejos cascos urbanos, tanto desde la idea de embellecer la ciudad como desde la intención por condicionar el espacio urbano a un estricto programa de necesidades de manera que tanto le nueva ordenación del territorio como la imagen de la ciudad ilustrada fueron consecución del proceso de racionalización reformista, que intentó acabar con los llamados males de España.

Y no sólo fueron los ingenieros militares o los arquitectos quienes formularon propuestas, sino también,



Plano general de la Bahía de Cádiz y su contorno. 1767. A. M. N.

vecinos, propietarios de suelo urbano o reformadores políticos.

Las propuestas no sólo se dirigían a rechazar la realidad urbana, entendida como el paradigma del desorden barroco, sino que por ejemplo, ante la despoblación existente en amplias zonas del país se apuntó la necesidad de su colonización, con la pretensión de crear así riquezas, proponiendo una estructura espacial que poco tenía que ver con la existente.

Al contrario, que con la política de obras públicas, en donde la Ordenanza de Intendentes, en tiempos de Fernando VI, marcaba una voluntad de planteamiento global y sistemático en esta materia, las intervenciones urbanas y territoriales se hicieron desde supuestos parciales, parcial fue la política de embelleci-

miento, como también lo fueron las modificaciones propuestas desde criterios higienistas, no encontrándose hasta 1825 una primera discusión sobre como deben ser las poblaciones, sus viviendas, sus calles o plazas o donde situar sus equipamientos.

Es verdad que existieron propuestas utópicas, ajenas por completo a la realidad, como la de "Sinapia", propuestas que en Europa se identificaron, a principios del Siglo XIX, con las teorías del socialismo utópico de Saint-Simon, Owens y Fourier, con las ciudades comunas o falansterios, diseñados por el arquitecto Considerant.

Según se describe en el texto de "Sinapia", encontrado en el Archivo de Campomanes, el territorio, la Península, queda dividida a escuadra y cordel en nueve cuadrados iguales, correspondientes a las nueve provincias de Sinapia.

Cada provincia se divide en cuarenta y nueve nuevos correspondientes a los cuadrados de otras tantas ciudades, a su vez cada cuadrado se divide en otros cuarenta y nueve correspondientes a las villas. Existen además dos sociedades, la urbana, de estudio y formación y la rural donde la agricultura y el campo regulan la vida. Frente a la importancia de la implantación de la ciudad en el territorio el texto minimiza la economía y los transportes. El hombre es la pieza básica de la organización social.

Sin embargo, no es posible todavía hablar de un urbanismo ilustrado, ya que la intervención en la ciudad y en el territorio, como ciencia urbana aparecerá décadas más tarde, durante el siglo XIX.

3.2.2. *La ingeniería en el Siglo XVIII*

Después de un período de letargo y crisis política, que se prolonga a lo largo del siglo XVIII, el nuevo siglo va a representar un importante cambio de orientación en la actuación política, potenciado por la nueva dinastía borbónica, que sustituye a los Austrias, coincidiendo con el inicio del siglo.

Un reflejo importante se observa en las obras públicas, reflejo tanto del modelo francés que traen los Borbones como de los planteamientos también afrancesados que caracterizaron a la Ilustración.

Las obras públicas, tienen una clara dimensión espacial con el objetivo de replantear la articulación territorial del Estado.

Ya en la Ordenanza de Ingenieros dada en 1718 por Felipe V, corroborada con la de Intendentes, durante el reinado de Fernando VI, se constata que los planes de intervención territorial que se irán ejecutando a lo largo del siglo no habrán sido fruto de la improvisación, por lo menos en cuanto a sus objetivos generales. Se sabe lo que se quiere y se establece el instrumento para ejecutarlo, la actuación mediante obras públicas con un significado territorial estructurante y la creación del Cuerpo de Ingenieros Militares serán los caminos para ello.

La organización del cuerpo de Ingenieros militares se había aprobado con la Ordenanza de Artillería, promulgada en 1711, siendo en 1718 cuando se aprueba una específica. El cuerpo se organiza siguiendo el modelo francés y de los Países Bajos, y ello por dos motivos, la raíz borbónica de la dinastía española y la influencia que tenía y tuvo durante todo el siglo XVII el modelo de fortificaciones y defensa del ingeniero francés Vauban.

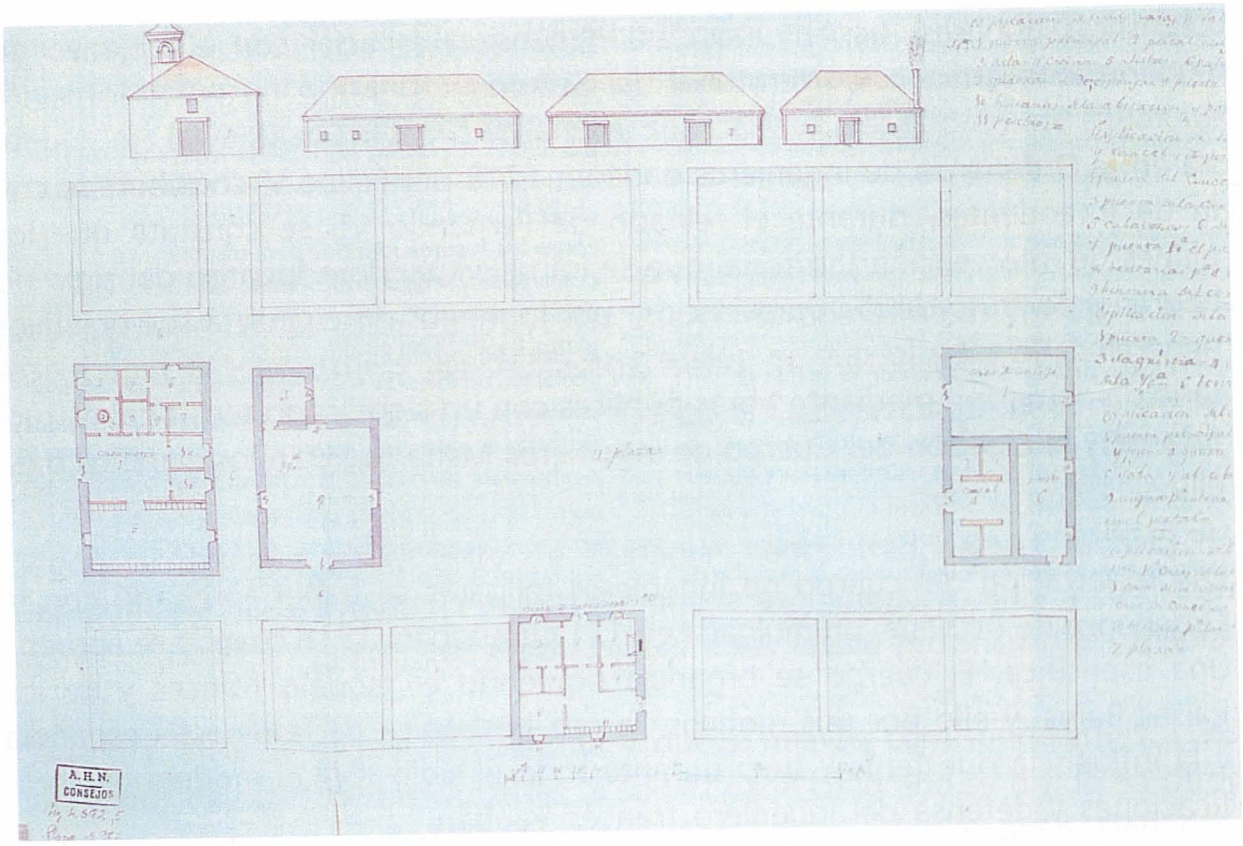
La creación de este cuerpo inició la reforma del ejército que se materializó durante el siglo XVIII, fundamentalmente en época del Marques de la Ensenada.

A los ingenieros militares, desde la vertiente civil, se les asignan tareas en las grandes obras públicas de tipo estructural a escala nacional, lo que podría denominarse el marco macroespacial.

A escala microespacial, fundamentalmente urbana, su actuación es secundaria, llevando el peso de la actuación arquitectos y maestros de obras. Sin embargo en las plazas militares que coinciden con las grandes ciudades y los puertos, la actividad urbanística de los ingenieros militares será importante, así actúan sobre abastecimiento de agua, planes urbanísticos, aguas residuales, construcción de edificios públicos, etc.

Así por ejemplo el Teniente Coronel Sebastián Feringan y Cortés, Jefe del Departamento de Cartagena, realizó los alcantarillados de Cartagena y Murcia.

Este ingeniero militar fue encargado también, mediante Real Célula de 13 de enero de 1742, de redactar un informe sobre el trasvase a los Campos



Plano de los distintos tipos de viviendas concebidas en Sierra Morena. A. H. N.

de Lorca de los ríos Castril y Guardal, proyecto como ya hemos visto concebido durante el reinado de Carlos I.

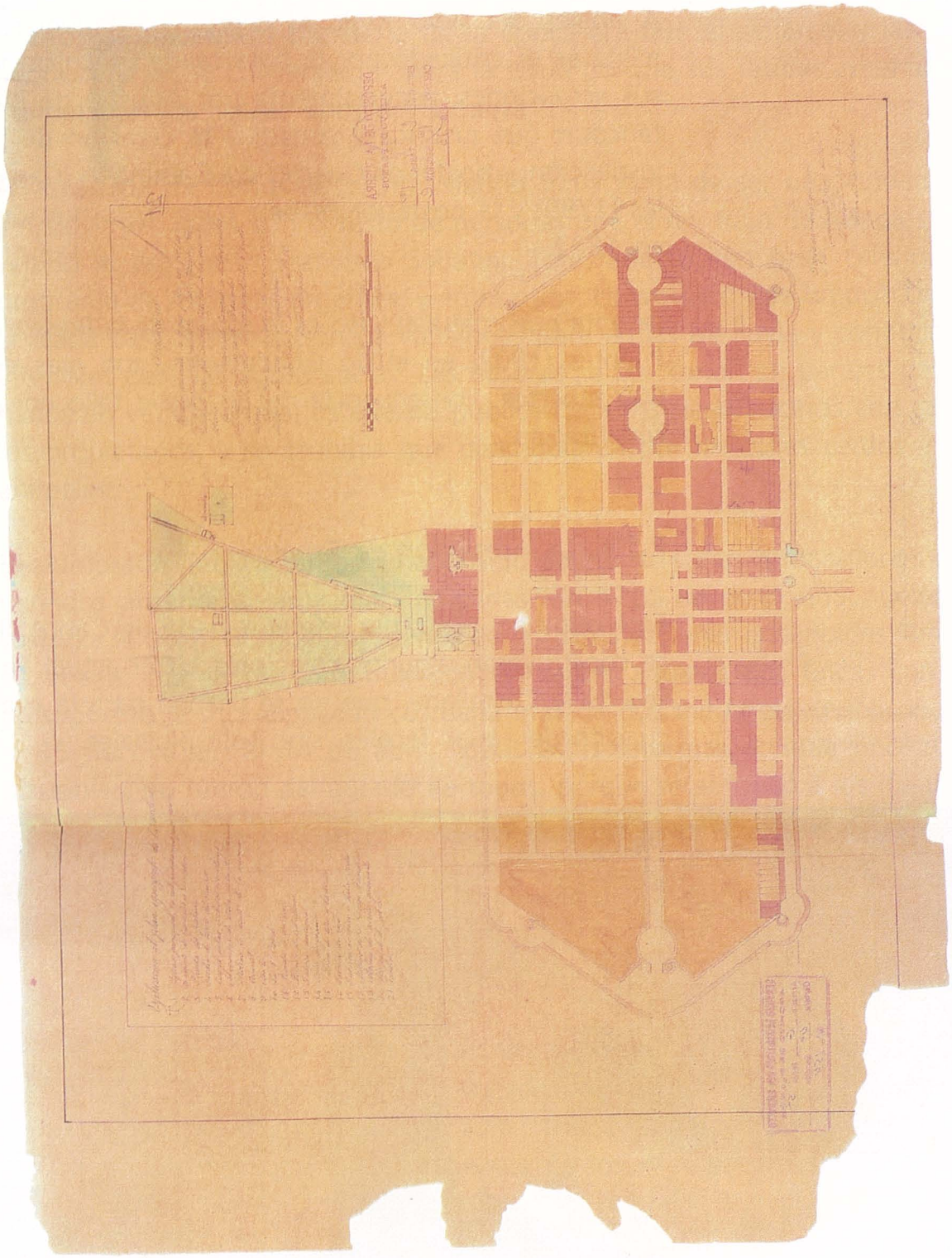
En junio de 1742, Feringan aforó los dos ríos, encontrando unos caudales de 2,2 m^3/seg. para el río Castril y 1,425 m^3/seg. para el río Guardal.

El Proyecto de trasvase lo entregó el 7 de septiembre de 1745.

Las obras del llamado Canal de Carlos III, fueron concedidas a Pedro Pádrez en 1774. Se ejecutaron entre 1776 y 1780 y fueron abandonadas al comprobarse la inviabilidad de las mismas.

El proyecto de Feringan se conserva en el Archivo de Simancas.

En el capítulo de la Ingeniería sanitaria en América los ingenieros militares realizaron entre otros el abas-



Explicación del mapa ignográfico de la Carolina. 1846, (Copiado del plano original). S. G. E.

tecimiento de aguas y la evacuación de aguas residuales de la Habana, Veracruz y Santa Fe.

A finales del siglo XVIII, el cuerpo de Ingenieros militares es criticado por la baja calidad técnica de sus actuaciones, especialmente por Agustín de Betancourt que justifica y consigue la creación de la Inspección y posterior Cuerpo de Caminos y Canales (1799) y la posterior Escuela para su formación, en 1802.

La gota que colma el vaso es la rotura de la Presa de Puentes (1802) en el río Guadalentin, con más de 600 muertos, consecuencia de un grave fallo en la cimentación.

3.2.3. *La instrucción de Sabatini*

En Madrid en 1780, durante el reinado de Carlos III, se construyeron algunos colectores en el actual Paseo de la Castellana, que no se usaban para la evacuación de aguas fecales, sino sólo pluviales.

Alcantarillado de Madrid. Encuentro de colectores

Todo lo demás se recogía en pozos de aguas inmundas, como se llamaban, que periódicamente eran vaciados, generalmente cada semana. Las heces que iban en las aguas eran recogidas en unas cubas con ruedas, los llamados "carros de Sabatini". El criterio de la época era que el estiércol y las aguas negras eran muy convenientes para la salud porque sus fétidas emanaciones "templaban los sutiles aires de la Sierra".

A la llegada de Carlos III (1759), Madrid tenía fama de ser una ciudad sucia y maloliente. Junto con el resto de personas que el rey trajo de Nápoles había venido el arquitecto Francisco Sabatini. Este redactó con gran celeridad un programa de reformas urgentes, y entre otras, construcción de un pozo séptico en cada casa, construcción de canalones para aguas de lluvia y conducciones interiores para las aguas sucias. Las basuras se colocarían en parajes determinados en vez de arrojarlos a la vía pública. Se construirían aceras con cargo a los propietarios, y se prohibía que deambularan por las calles cerdos y otros animales.

El alumbrado público también había sido objeto de varias disposiciones en los reinados anteriores, muy mal cumplidas. En 1765 se dictó una nueva, que sustituía la obligación de los dueños de las casas de tener encendidas lámparas de aceite, por la de contribuir con 64 reales anuales por finca, con cuyo presupuesto la municipalidad costearía más de dos mil faroles públicos desde el 15 de octubre al 14 de abril. Todas estas reformas aunque necesarias y plausibles, no fueron del agrado de todos, porque se autorizó a los dueños de las casas a repercutir las mejoras de limpieza y alumbrado en el precio de los alquileres. Esta es la única explicación de que durante el tumulto de 1766, Motín de Esquilache, Squillace, también traído de Nápoles, las turbas destruyesen a pedradas todos los faroles y que intentasen asaltar la mansión de Sabatini.

Estas reacciones, malograron también la construcción de la red de alcantarillado, proyecto también de Sabatini, consecuencia del encargo que Carlos III, le había hecho al Marqués de Esquilache, tras un primer intento frustrado de acometer el saneamiento con proyectos de los ingenieros Juseph Alonso de Arce y Manuel Fonseca, en 1734 durante el reinado de Fernando VI.

Ya en 1664 Roberto de Bonnecase, en su "Relación de Madrid", concedió a la Villa el título de "gran retrete público" describiendo los excesos escatológicos en los que incurrían los lugareños. En 1679, el cirujano de la corte Juan

Bautista Juanni, había advertido de los perjuicios que para la salud de los habitantes producían las exhalaciones de la materia en putrefacción y en 1717, Teodoro Ardemans, propuso a imagen de las principales ciudades europeas, la extensión del uso de lo que él calificaba con el curioso nombre de "servidumbres secretas", fosas sépticas. Decía que si esto no ponía solución y fin al mefítico aire de Madrid en el plazo de tres años, se construyese una red de alcantarillado.

3.2.4. *El caso de Granada*

Sustancialmente, desde fines del siglo XVI, en que Ambrosio de Vico levanta su famosa plataforma de la ciudad, hasta 1796 en que Francisco Dalmau realiza un nuevo plano de la misma, los cambios que se experimentaron fueron mínimos.

El casco urbano que albergaba la mayor parte de la población era el mismo que de forma caótica se formó durante la etapa musulmana, Granada era una ciudad de plazas pequeñas e irregulares, de calles estrechas y en pésimas condiciones, de casas bajas y en mal estado de conservación, características, por otra parte, propias de una ciudad mediterránea que responde siempre a este trazado.

A este sombrío aspecto sanitario se unía el paso, por el centro urbano del río Darro que descubierto recorría la ciudad hasta desembocar en el Genil.

Era evidente que la ciudad tenía un acuciante problema sanitario consecuencia de su propia limpieza y con los peligros que presentaba con su aglomeración humana ante el riesgo de cualquier brote epidémico.

A esta situación, que por otra parte era bastante general en el resto de las ciudades españolas, no comenzó a buscársele soluciones hasta bien entrado el siglo.

El 15 de octubre de 1766, el Marqués de la Ensenada presentaba al Consejo un informe sobre distintas medidas adoptadas en París y Bruselas y que tendían a mejorar sus condicionantes urbanas.

Ensenada expuso la necesidad de que dichas medidas comenzaran a implementarse en Madrid, ya nos hemos referido a lo ocurrido en la capital del

Reino, apareciendo el 14 de Mayo de 1771, las primeras instrucciones reales para realizar estos planes en la Corte.

En Madrid, según diversas relaciones de la época, "todas las inmundicias se arrojaban por las ventanas, de modo que el hedor era insoportable. Esta porquería de suelo y el continuo peligro del "agua va", cuando ya caía, hacía que no se pudiera ir a pie por las calles.

Algunos años antes, el 6 de abril de 1764 el Intendente de Madrid, D. Juan de Luján Arce, hizo publicar un bando por el que cada vecino tenía que limpiar diariamente la delantera de su casa hacia el centro de la calle y regar sus alrededores para evitar que se levantara excesivo polvo.

Aunque hay que dudar de la eficacia de estas Ordenanzas, si hay que reconocer que su aparición fue la señal para que medidas parecidas se adoptaran en el resto del país.

En Barcelona, por ejemplo, hay constancia que en el siglo XVIII su ayuntamiento aplicando el Derecho Romano, preveía que se realizaran las obras de alcantarillado y pavimentación de los nuevos viales, antes de la edificación y a costa de los propietarios de los terrenos interesados.

El tipo de alcantarilla, era habitualmente, un canal de paredes rectas cubierto por losas, luego, ante los accidentes ocasionados por la fractura de dichas losas, se exigió emplear bóveda en lugar del tradicional adintelamiento.

En Granada, una Real Cédula de 1769 dividió la ciudad en cuatro cuarteles y cada uno de ellos en ocho barrios que dirigía un alcaide elegido por votación y al que se le confiaba el fiel cumplimiento de todas las Ordenanzas que, de acuerdo con las reformas a nivel nacional, se llevaban a cabo en lo referente a la vida municipal.

Ante este primer balbuceo reformista le siguieron otros caracterizados por el olvido y la dejadez y sólo a finales del siglo y por la influencia de la obra del Intendente Pablo de Olavide en Sevilla, se planteó de nuevo el Ayuntamiento de Granada la triste realidad del estado de la limpieza en que se encontraba la ciudad.

Se realizan algunas mejoras durante los años 1782 y 1786 fundamentalmente pavimentación de algunas calles, aunque pierden su significado si se observa el conjunto de la situación.

Detalle de la bóveda de una alcantarilla de Badalona del siglo XVIII

En enero de 1786, un expediente sobre el estado de la ciudad afirmaba que las calles estaban "sucias, inundadas de basura, piedras movedizas, viscosidad, cascajo, perros, gatos y otros animales muertos, de forma que esto le hace de lo más desapacible, oscurece su hermosura natural y causa el mayor perjuicio a los vecinos".

El informe continúa explicando que ello se debía a que no se cumplían las Ordenanzas Municipales, en vigor desde el 26 de julio de 1537, en especial en lo dedicado a la limpieza pública.

A finales del mismo año de 1786, el Corregidor D. Francisco Ayerve, publicó un Bando de gran interés (Archivo Municipal de Granada. Fomento. Legajo 62). Con este documento se presenta de nuevo un panorama desolador. Los animales domésticos andaban sueltos por las calles, materiales procedentes de derribos o de obra de construcción ocupaban am-

plios espacios, toda clase de aguas sucias y otros "diversos líquidos" se arrojaban por puertas y ventanas, operaciones de casa o artesanales se realizaban al aire libre, fuentes o pilares aparecían obstruidos por los más diversos objetos, etc.

La ciudad carecía de cualquier tipo de arbitrio municipal que pudiera destinarse a la limpieza pública, por tanto se obligó a cada vecino a que adecentara por su cuenta las proximidades de su vivienda, como ya se ordenara en Madrid.

El comportamiento cívico en las personas estaba lejos de ser óptimo y a ello se unía el resultado que proporcionaba el sistema para retirar basuras que se arrojaban a las calles. Consistía en su recogida mensual mediante tablones que arrastraban caballerías, sistema conocido en toda España por "la marea".

La operación, además, no daba los resultados apetecidos por los socavones, el mal estado de las calles y la hora nocturna en que se realizaba, no librándose por ello la ciudad de la porquería más que con la lluvia.

Estos problemas eran comunes a las demás ciudades españolas, pero Granada tenía uno particular, el río Darro que atraviesa toda ella y también el río Genil.

El Darro atravesaba toda la ciudad al descubierto, a excepción de Plaza Nueva, embovedada a mediados del siglo XVI, siendo esta circunstancia la que lo hacía propicio para arrojar a él toda clase de basuras, desde escombros y animales muertos, hasta aguas residuales.

El arrastre de todos estos materiales que se amontonaban en la confluencia con el Genil, traía consigo el desbordamiento frecuente de este río durante sus crecidas, causando destrozos en la Vega y en las viviendas cercanas.

Con objeto de evitar desbordamientos durante este siglo se redactan distintos proyectos de encauzamientos de los ríos, en 1757 y 1782 y en 1791 se redacta un Plan para cubrir el río Darro de forma a como lo está actualmente aunque no es hasta comienzos del siglo XIX, cuando el Capitán General Conde de Montijo presenta un proyecto completo, aunque las obras no comenzaron hasta mediada la centuria.

Como se ha visto, en la Granada del siglo XVIII, existían unas condiciones urbanas adversas, dado que la ciudad carecía de una infraestructura adecuada para solventar problemas como la limpieza y el alcantarillado. Estas circunstancias eran, desde el punto de vista sanitario, una magnífica levadura para cualquier brote epidémico.

3.3. Siglos XIX y XX (1950)

3.3.1. *La Ingeniería en el Siglo XIX*

El siglo XIX es una edad dorada dentro de la historia de las obras públicas.

Esta idea ni es nueva ni se circunscribe sólo a España, durante esa centuria, en la mayoría de los países europeos se construyeron tantas infraestructuras como en el conjunto de los siglos precedentes.

Lo que llamamos siglo XIX, a efectos de la política de obras públicas coincide plenamente con los límites aritméticos de la centuria.

Podemos considerar que el siglo comienza en 1799, año en el que se crea la Inspección General de Caminos, o bien en 1802 en el que se producen dos hechos transcendentales, la rotura de la Presa de Puentes sobre el Río Guadalentín en Murcia, y la creación de la Escuela de Caminos y Canales.

El siglo XIX, se puede dar por concluido en 1899, en el que tras la pérdida de las colonias, Pablo Alzola publica su "Historia de las obras públicas", severo examen de los errores nacionales en la materia.

Al año siguiente, con la subida de los regeneracionistas al poder, empiezan a sentarse las bases de la política de obras públicas del siglo XX, por lo que 1900 puede considerarse ya, a estos efectos, como parte integrante de dicho siglo.

La Escuela de Caminos y Canales, formaría a los ingenieros civiles que ejecutaron las obras públicas del siglo XIX, y que sustituyen los ingenieros militares del siglo XVIII.

Aún reconociendo su labor constructora, la formación técnica y científica y el conocimiento de la realidad del país de los venidos del extranjero tenían importantes lagunas, lagunas de las que era consciente el Conde de Floridablanca cuando al comenzar la década de los ochenta, envió a una serie de becarios, Agustín de Betancourt entre ellos, a estudiar hidráulica a París.

El aldabonazo de la catástrofe de Puentes hizo que se decantase la decisión de crear una Escuela de Caminos, semejante a la Escuela francesa de Ponts et Chaussés.

La Escuela tuvo durante el XIX una azarosa vida con períodos de clausura incluidos, pero en España, además de las numerosas infraestructuras que se realizaron en distintas especialidades y sectores, se creó una técnica propia de obras públicas, no existente con anterioridad.

En el último cuarto de siglo, tras la Restauración de 1875, propiciados por la estabilidad política de los Ayuntamientos y a consecuencia de la sequía de 1874, se ponen en marcha numerosos proyectos de abastecimientos. La mayoría sufrieron una gestación laboriosa para su ejecución a cargo siempre de las exhaustas arcas municipales.

Sin embargo, la gran obra de abastecimiento de todo el siglo que fue el Canal de Isabel II para la traída de aguas Madrid, fue financiada por el Estado.

Se construyó entre 1851 y 1858 y supuso una inyección de prestigio para los ingenieros de caminos. El nombre de Lucio del Valle y otros, quedaron unidos al de Bravo Murillo el político que promovió el Canal.

Esta obra, es la primera en España desde la época romana en que se encuentran todos los elementos clásicos del abastecimiento, empezando por los embalses y acabando en las redes de distribución y de saneamiento.

Los proyectos de abastecimiento de agua antes citados estaban íntimamente relacionados con la política de ensanche de ciudades, necesaria por el aumento de la población en España, en 1727 era de 10,54 millones, en 1857 de 15,45 millones y 18,59 millones en 1890 y ello a pesar de guerras y epidemias, el aumento de la población urbana respecto de la rural y la mejora de las condiciones de vida.

Estas operaciones se realizaron a partir de la revolución liberal de 1854, siendo los principales las de Barcelona (Cerdá, 1859), Madrid (Carlos María de Castro, 1860) y Bilbao (Alzola y Hoffemeyer, 1862).

Todos los trabajos fueron consecuencia de una elaboración conceptual y teórica importante que quedó plasmada en la obra pionera de Ildefonso Cerdá, "Teoría general de la urbanización" (1867), en la que sentaba las bases científicas para el proyecto de una ciudad igualitaria dentro de una civilización mecanizada.

En los último años de la centuria y en relación con los abastecimientos de agua, surgió un gran interés por la higiene y salubridad de las ciudades.

Se plasmó en trabajos tanto de pavimentación como de alcantarillado, sobre los que escribió profusamente el ingeniero barcelonés Pedro García Faria.

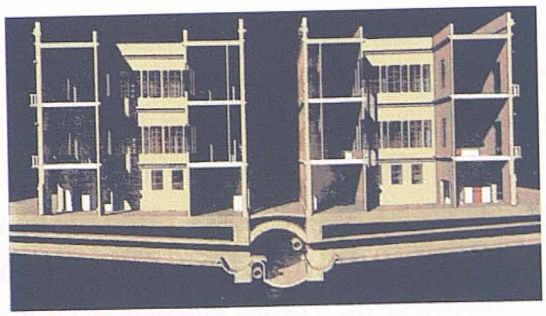
Desde 1886 aparece una sección fija de **higiene urbana**, en la Revista de Obras Públicas, que da fe de cómo hay una atención creciente por parte de los ayuntamientos y de la ingeniería española, y desde 1889 una de **saneamiento** y **ensanche de poblaciones** dando noticia de los grandes proyectos de saneamiento de todas las ciudades españolas que se van acometiendo en la segunda mitad del XIX.

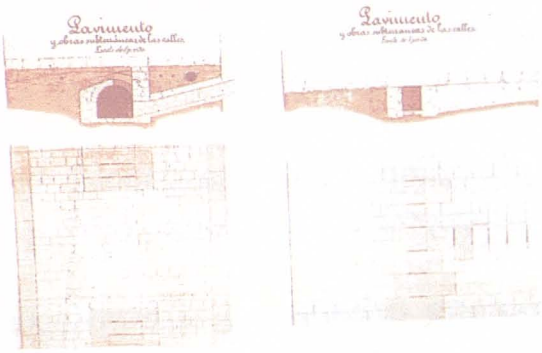
3.3.2. *Saneamiento y urbanismo*

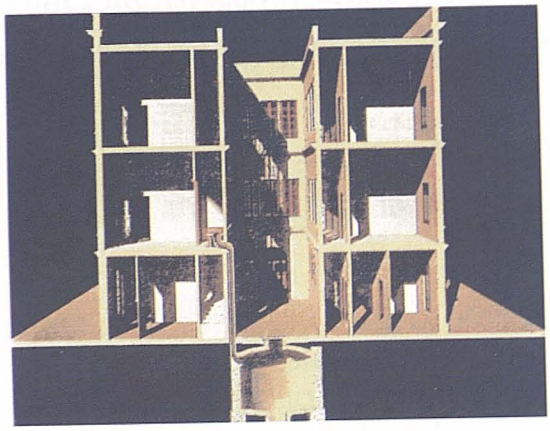
Las ciudades españolas en la mitad del siglo son todavía ciudades encerradas en murallas, son todavía ciudades muy compactas, muy densas, con un trazado urbano espontáneo la mayor parte de las veces, que ha crecido lentamente y al ritmo de la evolución histórica.

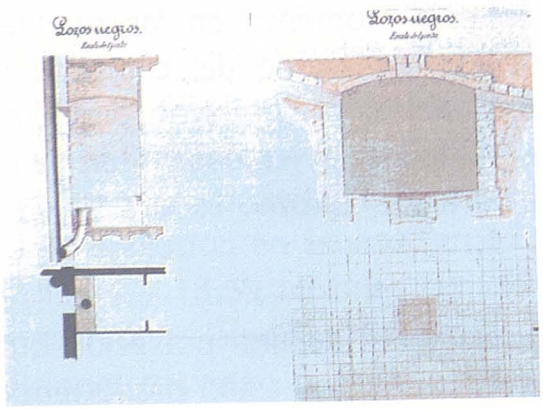
El aumento poblacional que se produce en este momento en las grandes ciudades, producto de la revolución industrial y del éxodo del campo a la ciudad, produce una serie de problemas funcionales, pero el gran problema que se detecta y además simultáneamente en todas las ciudades europeas, quizás antes, en las inglesas y algunas del norte de Europa, es el problema higiénico.

Es el problema de cómo evacuar las aguas residuales de una población que cada vez es mayor, que ya no caben en el subsuelo y que están produciendo









tremendas complicaciones de tipo sanitario.

Urbanísticamente, es cuando se plantea la disyuntiva de hacer crecer la ciudad fuera de las murallas, o la reforma interior.

En España, la disyuntiva se resuelve a favor de los ensanches, aunque no con tanta importancia numérica, ya que fueron mas las ciudades que se decantaron por la reforma interior, aunque es cierto que el ensanche fue una fórmula importante del urbanismo español con aportaciones originales al urbanismo universal.

Se plantea además problema de los modelos a donde mirar a la hora de plantearse el crecimiento de una ciudad o su remodelación.

Existían en ese momento dos modelos contrastados en el mundo, por una parte el modelo, que Fernando Terán ha denominado "estético-prestigioso", derivado de la ciudad barroca, representado en ese momento por Washington, que estaba en construcción con grandes avenidas barrocas, San Petersburgo, con el mismo modelo de ciudad y París, también en ese momento transformada, durante el reinado de Napoleón III, por el Barón Haussman en una ciudad de grandes ejes perspectivos que convergen en puntos focales. En definitiva la estética que había iniciado el barroco.

El otro modelo es el que el mismo autor denomina, "Técnico-racional".

Este modelo era la eterna retícula ortogonal, eterna porque nace en la época de los griegos y de los romanos, pero mantenida a lo largo de los siglos.

El modelo "técnico-racional", es el que enseña en la Escuela de Ingenieros de Caminos, creada en 1802 y por eso no es extraño que Cerdá lo adopte en el ensanche en Barcelona, rechazando el modelo "estético-prestigioso", que era el modelo de los arquitectos, el modelo de la estética y el de la belleza urbana.

Es importante señalar también en el origen de los ensanches la herencia colonial. No se debe olvidar la importancia que tenía la aportación de la colonización española en América.

La idea de ensanche, es decir de una ciudad bien ordenada, bien concebida desde el principio es una idea que acompaña a los progresistas de la época, entienden que mejor que hacer remiendos y apaños en la ciudad existente, que nunca va a quedar bien, lo mejor es, con toda la técnica moderna, incorporando el tema del saneamiento que acaba de aparecer, hacer una ciudad nueva al lado de la existente.

Lo que caracteriza a los ensanches, comenzando por el de Barcelona aprobado en 1859, Madrid 1860, Bilbao 1862, San Sebastián 1864, Vitoria 1865, Gijón 1867, Alcoy 1881, Alicante 1887, Valencia 1887, Cartagena 1895, León 1897 y Pamplona, ya en el siglo XX, es la regularidad geométrica, la utilización sistemática de la retícula ortogonal, y la obtención de una ciudad que es claramente la ciudad de la burguesía, una ciudad espaciada, una ciudad hermosa y una ciudad dotada desde el principio de todo de un sistema de redes subterráneas que traen el agua a todas las casas y que sacan el agua sucia de todas las casas.

Aparecen nuevos sistemas de saneamiento, las nuevas canalizaciones permiten sacar las aguas fecales fuera de la ciudad y no conformarse con el sistema que hasta entonces había sido el único, que era el de los pozos negros.

Los saneamientos nuevos se construyen basados en la disponibilidad de agua corriente, es decir la posibilidad de evacuar por carga constantemente las aguas fecales y por tanto sacarlas hacia los ríos fuera de la ciudad.

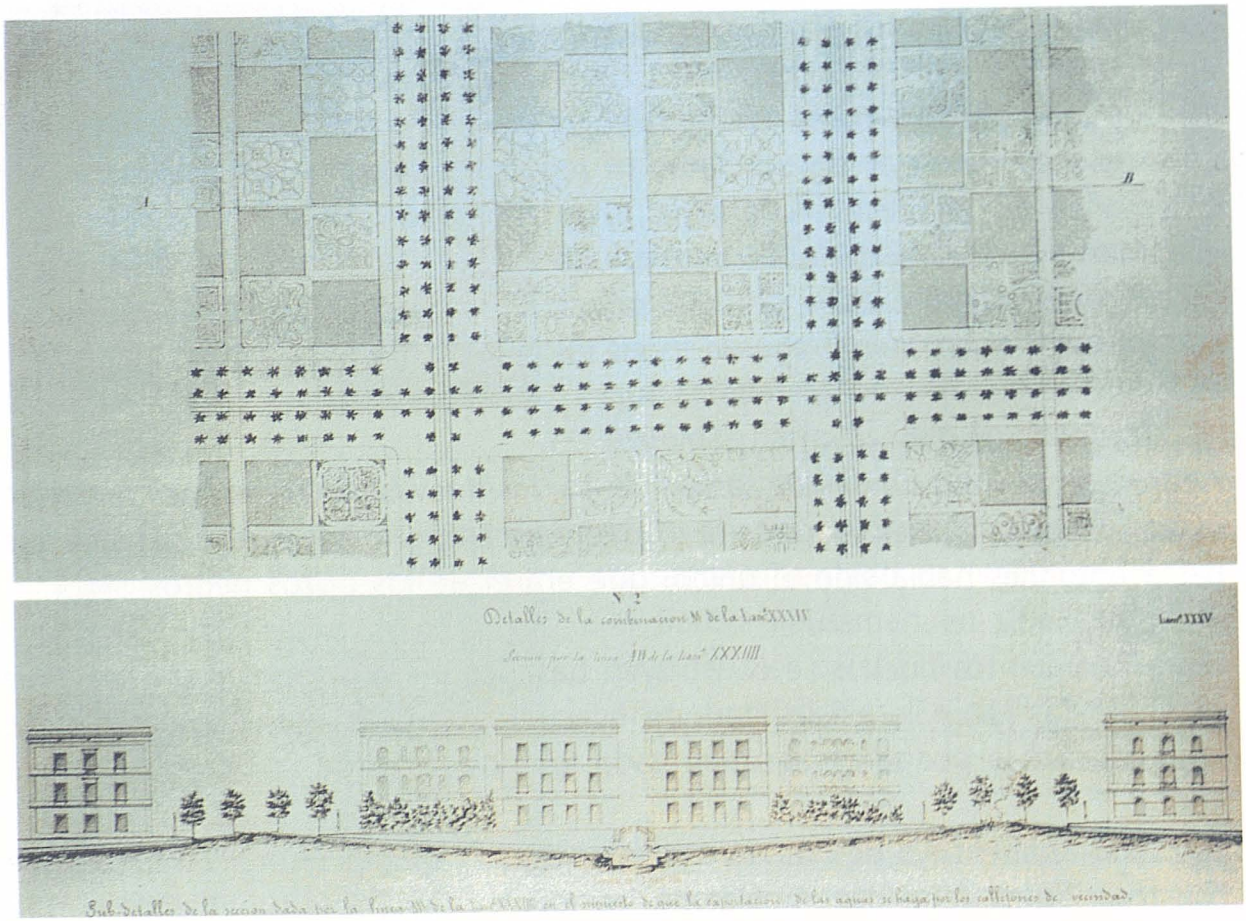
Ello supone el ensayo de nuevos procedimientos basados en nuevas formas de construcción de tuberías. Empiezan a fabricarse las grandes tuberías de hormi-

gón, el hormigón ya utilizado por los romanos es redescubierto a finales de este siglo, y por supuesto los tubos de hierro y los grandes ovoides para el desagüe de las casas.

En la intervención de saneamiento urbano hay una dimensión ciudadana que deriva del cambio cualitativo que su construcción aporta a la ciudad, de lo que eran muy conscientes los autores de los proyectos. Entonces la obra pública tenía todavía el carácter ilustrado con el que nació tan lejos del esterilizante de infraestructura, que es como hoy se conoce a esta clase de obras.

Quizás el mejor ejemplo de la relación saneamiento y urbanismo sea la ciudad de Barcelona.

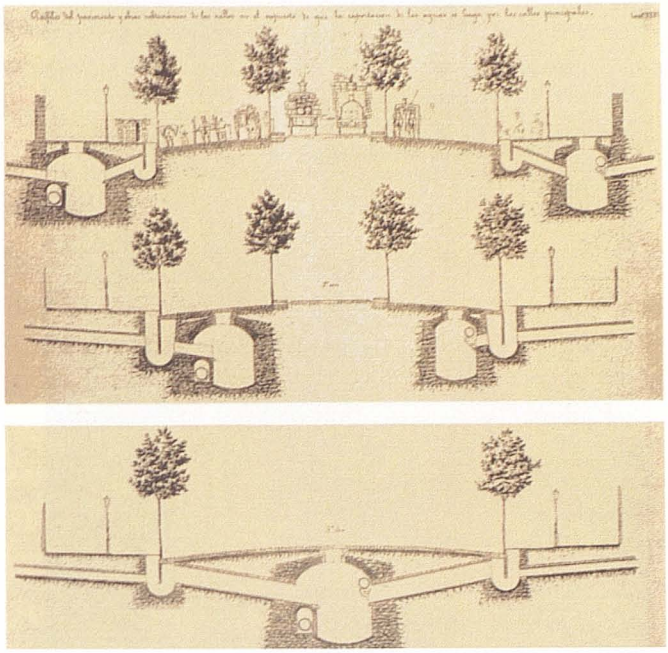
En las bases del concurso convocado por el Ayuntamiento para elegir el proyecto de ensanche, dispone "como obras subterráneas que deben proyectarse".



Agrupación de manzanas alargadas sobre el eje de alcantarillado propuestas en el "Anteproyecto de Ensanche" de 1855 (Atlas del "Anteproyecto de Ensanche de Barcelona", 1855), Foto Cerdà. Urbs. i territori

1º las que se crean necesarias, haciendo inútil el actual y perjudicialísimo sistema de letrinas.

2º las que se crean necesarias para la conducción de aguas potables y gas.



Diferentes distribuciones de galerías de alcantarillado sobre la sección tipo de 35 m (Atlas del "Anteproyecto de Ensanche de Barcelona", 1855), Foto Cerdà. Urbs. i territori

No debe olvidarse que en la convivencia de fosas sépticas y pozos de abastecimiento estaba gran parte del origen de los problemas sanitarios y de las epidemias de cólera, que se produjeron durante el siglo XIX.

Sin embargo el nivel de análisis de Cerdá en su Proyecto de Ensanche de la red de saneamiento, es análogo a lo que hoy se podría definir como un Plan Espacial de Saneamiento.

Cerdá conocía las distintas modalidades de tratamiento del saneamiento urbano y de las nuevas tecnologías que se estaban introduciendo.

El modelo inglés propuesto por el ingeniero higienista Edwin Chadwick en 1840, basado en el uso continuo del ciclo del agua, el agua procedente del abastecimiento, debía transportar lejos de la ciudad las materias fecales, introduciendo el concepto de conexión a la red y eliminando las tradicionales fosas sépticas. Esta proposición fue muy discutida y en 1848 cuando se aprueba la "Public Health Act", se obliga a suprimir las fosas sépticas y a conectar las aguas negras de cada casa a la alcantarilla.

Chadwick, había teorizado que los olores y no el contagio por contacto eran los causantes de las infecciones.

Chadwick, según un grabado de la época

El modelo francés, por aquellos años, era por el contrario el de mantener las fosas sépticas, y se mantuvo hasta la Ley de 1894 que impuso el criterio de "Tout a l'egout". El promotor de este sistema fue el ingeniero francés Durand-Claye, que comenzó a trabajar en el alcantarillado de París junto a Belgrand. Este sistema encontró una fuerte oposición de sectores de la burguesía que lo consideraban como un derroche de materia orgánica que se podía utilizar como abono.

Cerdá en 1859, optó por el modelo francés, proponiendo un alcantarillado para limpieza de calles y uso doméstico e industrial y la construcción de fosas sépticas para el aprovechamiento de las aguas fecales en agricultura.

Se tiene que hacer referencia, por último, a la propuesta de Cerdá de las llamadas "calles de vecindad", utilizadas para la colocación de las galerías de servicios y exentos del tráfico urbano.

La solución definitiva al saneamiento de Barcelona no se alcanza hasta 1891 cuando se aprueba el "Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona", redactado por el ingeniero Pedro García Faria.

Con motivo de la Exposición Universal de 1888, Barcelona en donde las condiciones sanitarias continuaban siendo deplorables, el cólera había dejado 6.419 muertos en 1865 y 3.765 en 1885, necesitaba una actuación higiénica urgente como ya la habían tenido París y Londres, para convertirse en el escaparate del mundo.

Pedro García Faria, en la memoria de su proyecto, como ya hizo Cerdá, no sólo da solución técnica al problema planteado sino que crea un auténtico tratado precursor de una nueva rama técnica, la Ingeniería Sanitaria.

A diferencia de Cerdá, que apenas contaba con precedentes, García Faria parte de una tan extensa como profunda investigación de sus métodos y soluciones que a la cuestión higiénica se habían aplicado hasta entonces en diversos lugares del mundo.

Se pone también de manifiesto en la obra la necesidad de una comprensión interdisciplinar de los problemas urbanos, y aunque planteado el proyecto en el marco de la preocupación higienista, le sobrepasa, al comprender una nueva escala, más allá del término municipal estricto, mediante la cual se crea una manera de hacer ciudad y gestionar los costes y beneficios de la construcción de las infraestructuras, en este caso la red de alcantarillado.

3.3.3. *Ingeniería Sanitaria*

Desde mediados del siglo XIX, aparece un amplio movimiento cultural, técnico y jurídico dirigido hacia la mejora de la calidad de vida en las ciudades.

En este movimiento se encuadran médicos, ingenieros y en general gentes alarmadas por las condiciones de vida en las ciudades, pero también por lo que ello suponía de caldo de cultivo para la revolución social.

Ya se ha visto que en 1848 se promulgó en Inglaterra al "Public Health Act" y en 1850 se promulgó en Francia la primera Ley Higienista por la que los Ayuntamientos son autorizados a constituir una comisión compuesta por un médico y un arquitecto para la supervisión de las condiciones de habitabilidad de las viviendas.

Ya en 1854 se había comprobado la correlación entre las condiciones higiénicas en los servicios urbanos y el grado de morbilidad de las enfermedades contagiosas. Durante el cólera que ese año azotó Londres, el doctor John Snow, fue marcando en un plano los casos de enfermedad y encontró que todos los puntos estudiados se podían relacionar con la localización de fuentes públicas.

La relación encontrada llevó a la clausura de la bomba de agua de Broad Street.

Años antes este médico había encontrado la fuente del cólera en un pozo del Soho en 1849. Se sabía de donde provenía la enfermedad pero todavía faltaban más de treinta años para que Koch (1884), identificara al bacilo transmisor.

Durante estos años, ya se ha referido el pensamiento de Chadwick, y hasta que la microbiología demostró lo contrario, se pensaba que el aire era el agente transmisor de las enfermedades.

Los miasmas, efluvios malignos en forma de gases y olores, que se desprendían de los cuerpos enfermos, de las materias corruptas y de las aguas estancadas, se consideraban antes del descubrimiento de los microbios, como los agentes causantes de las infecciones y de las epidemias.

Según químicos e ingenieros alineados con esta teoría las aguas contaminadas no tenían ningún efecto sobre la salud aunque su aspecto fuese desagradable.

De hecho cuando el "gran hedor" del Támesis en el verano de 1858, el Río con tal acumulación de materias que superaron su capacidad de autodepuración produjo su fermentación provocando un espantoso olor, la solución que se propuso fue verter al río toneladas de productos químicos que aunque desodorizaron el río, no lo desinfectaron.

La disputa entre químicos, a los que inercialmente seguían médicos e ingenieros, y la investigación de biólogos, identificados en la Inglaterra Victoriana por el químico Justus Liebig y por el biólogo Arthur Hill Hassall, ocupó gran parte de la ultima mitad del siglo XIX. Finalmente el descubrimiento de los gérmenes microbianos que producían enfermedades, la rabia en 1885 por Pasteur y la tuberculosis en 1883 y el cólera en 1884 por Koch, así como el proceso de la anaerobiosis, hecho por este mismo científico, bacterias anaerobias presentes en la materia fecal que actúan sobre ella descomponiéndola en ausencia de oxígeno al que no toleran, descubrimiento básico en el tratamiento biológico de las aguas residuales, hizo que se modificasen todas las teorías existentes y se convirtió en la base de las técnicas actuales.

Las polémicas que se generan en el Londres de la época, están prolijamente relatados por Thomas F. Glick, profesor del Departamento de Historia de la

Boston University, en un trabajo publicado por la Revista "Ciudad y Territorio" en 1987.

3.3.4. *La situación en España*

En España, la situación sanitaria en el siglo XIX, es análoga al resto de las naciones europeas. Una idea de la misma la pueden proporcionar los datos de la mortalidad producida por las epidemias de cólera en dos ciudades del Sur.

En Granada, la mortalidad de la epidemia del año 1834 fue del 3,5%, y del 7% en la de 1885, más de 5.000 muertos.

Alicante, tuvo epidemias en 1804, 1854, 1859, 1865 y 1869, siendo la de mayor virulencia la de 1854, 2.000 muertos, de ellos 1.000 en una semana. El desconocimiento en la transmisión de la enfermedad era tal que las autoridades ordenan tener abiertos, día y noche, los puestos de horchata, para que los enfermos de cólera puedan beber mucha agua, porque se considera que es lo que les va a sanar.

Quedó demostrado estadísticamente que a partir del bando aumentó la mortalidad inducida por el cólera.

En 1885, el ingeniero mallorquín E. Estada relacionaba urbanismo y salubridad y escribía, "mientras en Londres, cuya población específica no es más que de 86 habitantes por hectárea, equivalente a 116 m^2 por individuo, la mortalidad no pasa del 21 ó 22 por 1.000, en Madrid en donde aquella asciende a 338 habitantes por hectárea, o sea 29 m^2 por individuo, la mortalidad es de más de 40 por 1.000. En Barcelona hay distritos del ensanche, como el de la Concepción, cuyas calles son anchas y espaciosas, las manzanas bien orientadas y con grandes espacios descubiertos en su interior, donde la mortalidad no excede de 19,80 por 1.000, mientras que en algunos barrios de la población antigua es del 53 por 1.000, esto es, más de cuatro veces mayor"

También el ingeniero higienista Pedro García Faria, autor del Saneamiento de Barcelona escribía en 1886, en la Revista de Obras Públicas, que "De las condiciones sanitarias de las 70 capitales de provincia y mayores poblaciones de nuestra nación, conforme a los datos deducidos de los Boletines mensuales de la Dirección de Beneficencia y Sanidad, se desprende que entre las 70 sólo

hay 10 cuya mortalidad se halla comprendida en el 24 y 30 por 1.000, 35 la poseen variable entre 30 y 40 por 1.000, un 22 oscila entre 40 y 50 por 1.000 y las tres restantes poblaciones cuentan con una mortalidad que alcanza la elevada relación de 54 a 53 por 1.000.

Pedro García Faria, en este trabajo compara estos índices con los de las ciudades inglesas y americanas donde la mortalidad era muy inferior, en torno al 20 por 1.000 y concluye con la necesidad de los saneamientos.

Ese mismo año, otro ingeniero higienista, Pablo Alzola Minondo, escribía en su artículo "El problema Sanitario", publicado en la Revista de Obras Públicas en 1886, que "la mortalidad puede reducirse a la tercera parte o a la mitad por medio del saneamiento de las poblaciones de sus viviendas rebajándole en ciudades nuevas hasta 10 defunciones por 1.000 habitantes".

En 1898, se celebra el Congreso de Higiene de Madrid y según la anterior revista, se preguntaba la mortalidad que debía tenerse como referencia para considerar una ciudad insalubre, concluyéndose lo normal debía estar en torno al 20 por 1.000.

Aunque García Faria y Alzola son muy conocidos como ingenieros higienistas, la figura que destaca por encima de todas fue Recadero Uhagón Bedia, otro ingeniero de caminos de la promoción de 1870, que proyectó los alcantarillados de Bilbao y Valladolid y que es sistemáticamente citado en todos los proyectos que se redactaron en la época.

3.3.5. *Técnicas de Saneamiento*

En España se aborda con retraso, en relación a Europa, la resolución de los problemas de abastecimiento y alcantarillado. Los proyectos de abastecimiento modernos de agua comienzan a aparecer alrededor de la década del 70, aunque tanto éstos como los del alcantarillado no se incorporaron al debate político, social y técnico hasta finales de siglo, década 80-90, con la extensión de las ideas higienistas y con el impulso que le dan los avances en microbiología.

La introducción del saneamiento en las ciudades españolas es un largo proceso que comienza con la implantación de los abastecimientos de agua en el último cuarto del siglo, generalizándose a finales del XIX y principios del siglo XX, que es cuando comienzan las obras de alcantarillado y de depuración.

PROYECTO

DE

SANEAMIENTO DEL SUBSUELO

DE

BARCELONA

ALCANTARILLADO – DRENAJE – RESIDUOS URBANOS

REDACTADO POR

D. PEDRO GARCÍA FARIA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y Arquitecto

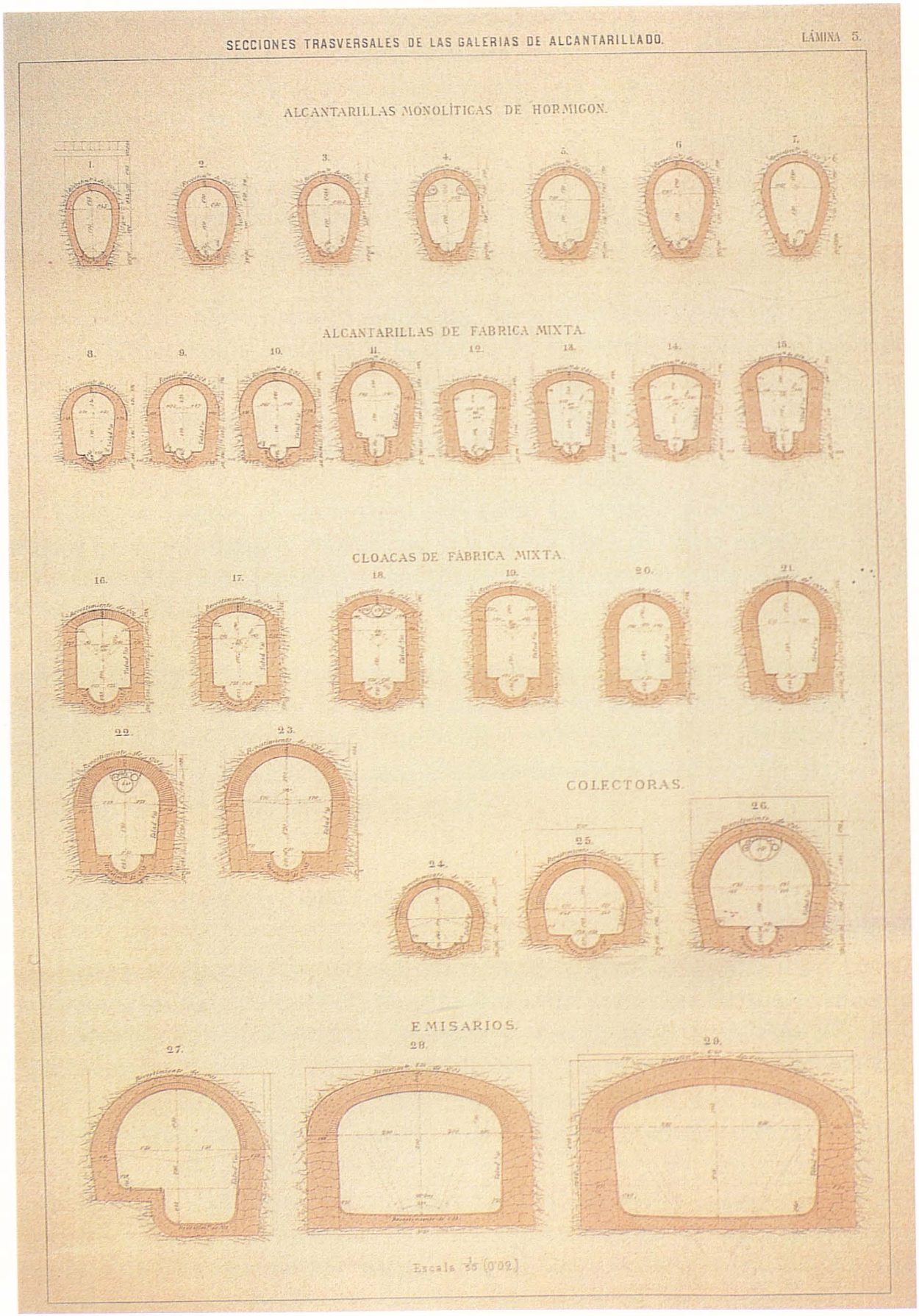
JEFE DE LA SECCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE BARCELONA

APROBADO POR EL EXCMO. AYUNTAMIENTO EN 16 JUNIO 1891

ATLAS DE LAMINAS

BARCELONA—1893

IMPRENTA DE HENRICH Y COMPAÑÍA, EN COMANDITA


SECCIONES TRASVERSALES DE LAS GALERIAS DE ALCANTARILLADO.
LÁMINA 5.
ALCANTARILLAS MONOLÍTICAS DE HORMIGON.
1.
2.
3.
4.
5.
6
7.
ALCANTARILLAS DE FABRICA MIXTA.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
CLOACAS DE FÁBRICA MIXTA.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
COLECTORAS.
24.
25.
26.
EMISARIOS.
27.
28.
29.
Escala 1/25 (0'02.)

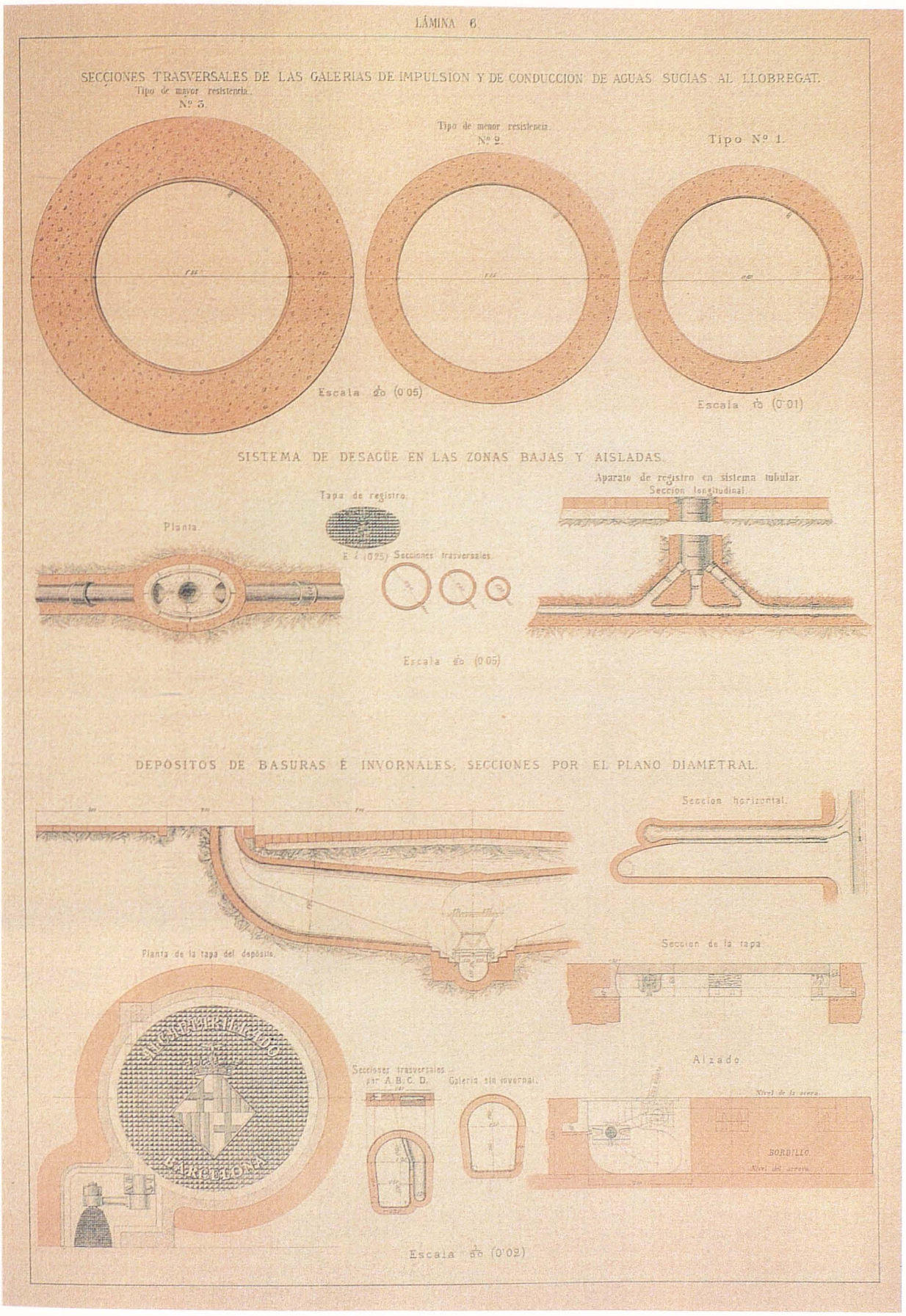


LÁMINA 6.
SECCIONES TRASVERSALES DE LAS GALERIAS DE IMPULSION Y DE CONDUCCION DE AGUAS SUCIAS AL LLOBREGAT.
Tipo de mayor resistencia.
Nº 3.
Tipo de menor resistencia.
Nº 2.
Tipo Nº 1.
Escala 1/20 (0'05)
Escala 1/10 (0'01)
SISTEMA DE DESAGÜE EN LAS ZONAS BAJAS Y AISLADAS.
Tapa de registro.
Planta.
Aparato de registro en sistema tubular.
Seccion longitudinal.
Secciones trasversales.
Escala 1/20 (0'05)
DEPOSITOS DE BASURAS É INVORNALES; SECCIONES POR EL PLANO DIAMETRAL.
Seccion horizontal.
Planta de la tapa del depósito.
Seccion de la tapa.
Alzado.
Secciones trasversales por A.B.C.D.
Galeria sin invornal.
Nivel de la acera.
BORDILLO.
Escala 1/50 (0'02)

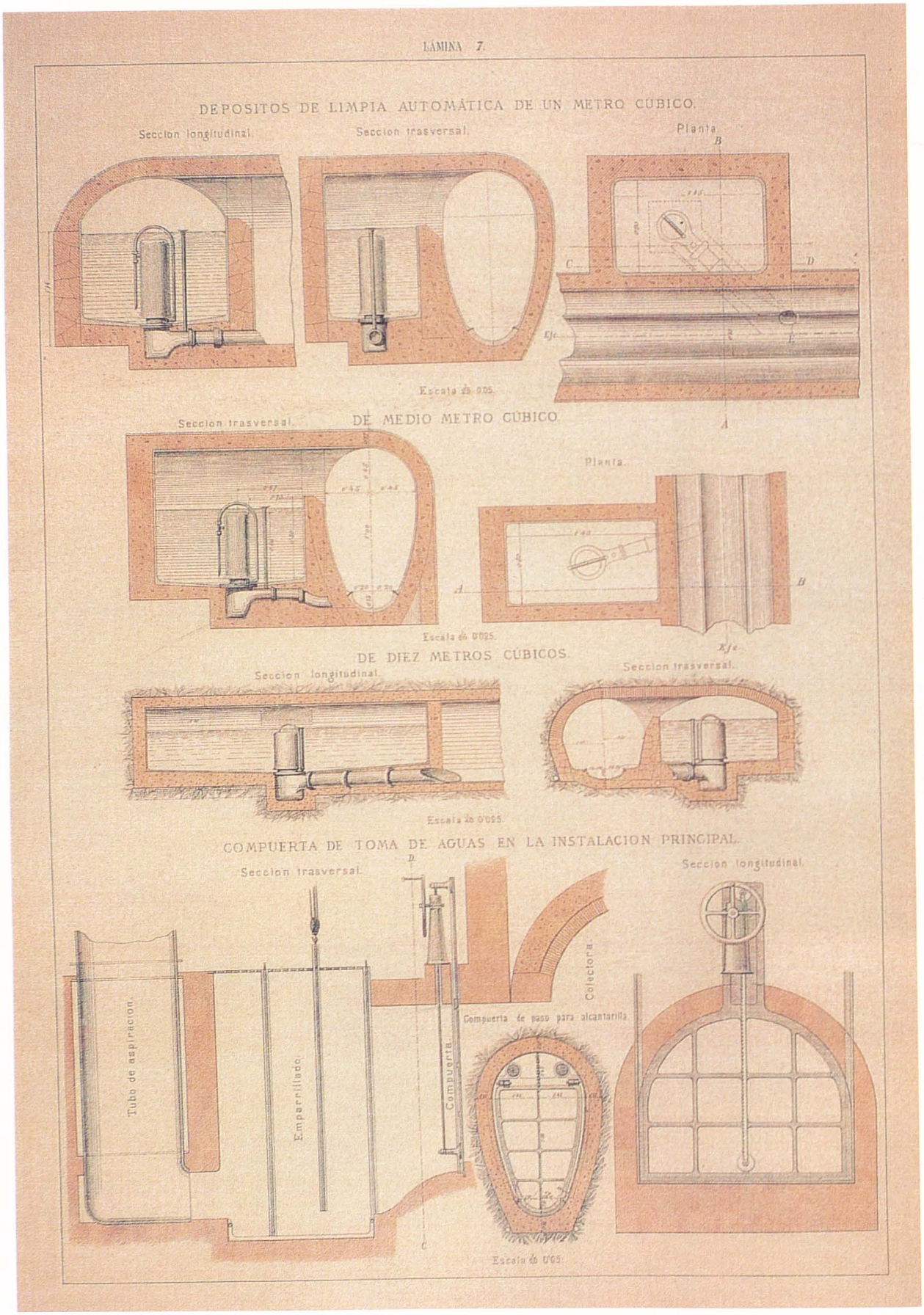


LÁMINA 7.
DEPOSITOS DE LIMPIA AUTOMÁTICA DE UN METRO CÚBICO.
Seccion longitudinal.
Seccion trasversal.
Planta.
Escala de 0'05.
DE MEDIO METRO CÚBICO.
Seccion trasversal.
Planta.
Escala de 0'025.
DE DIEZ METROS CÚBICOS.
Seccion longitudinal.
Seccion trasversal.
Escala de 0'025.
COMPUERTA DE TOMA DE AGUAS EN LA INSTALACION PRINCIPAL.
Seccion trasversal.
Seccion longitudinal.
Tubo de aspiracion.
Emparrillado.
Compuerta.
Colectora.
Compuerta de paso para alcantarilla.
Escala de 0'05.

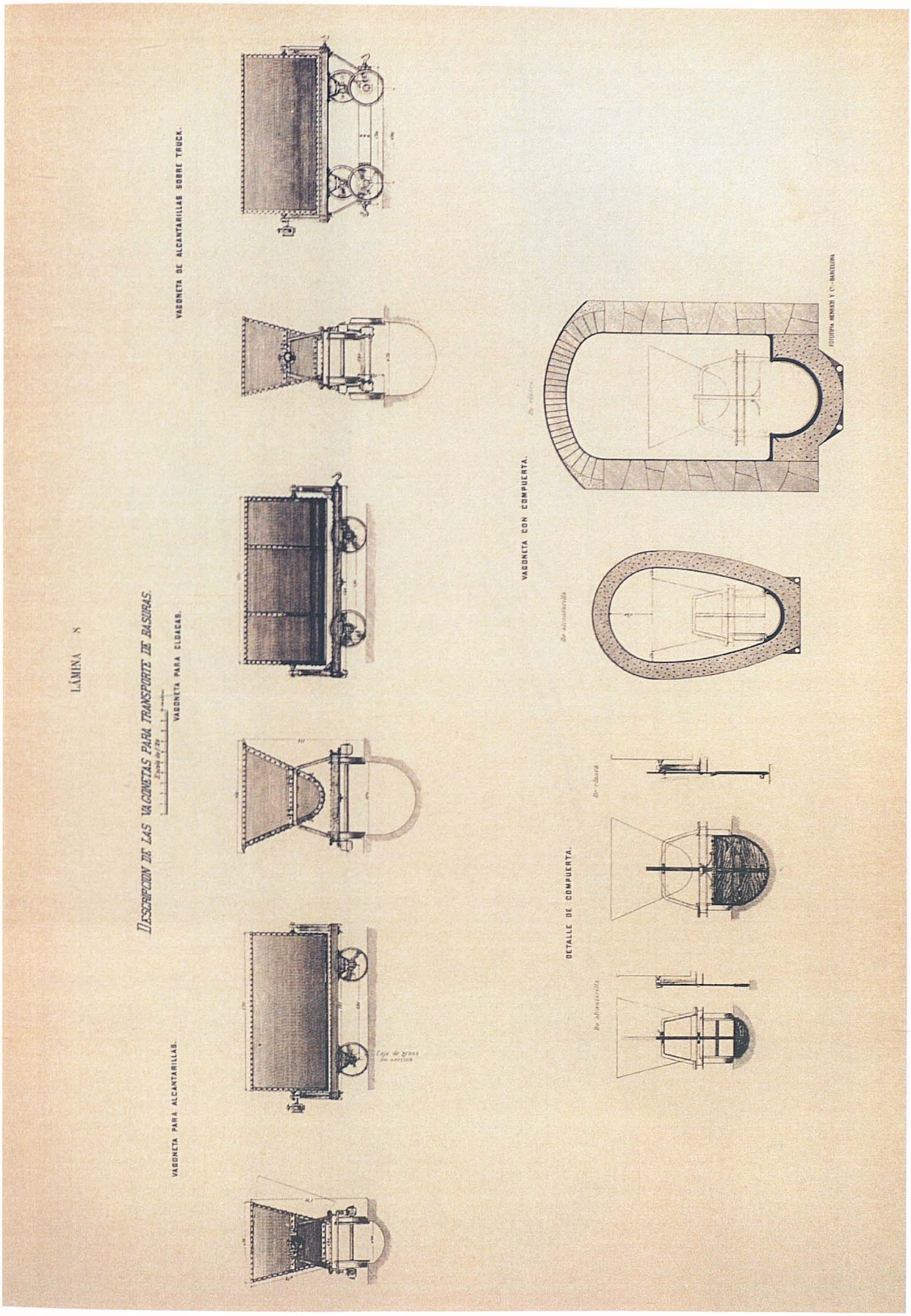
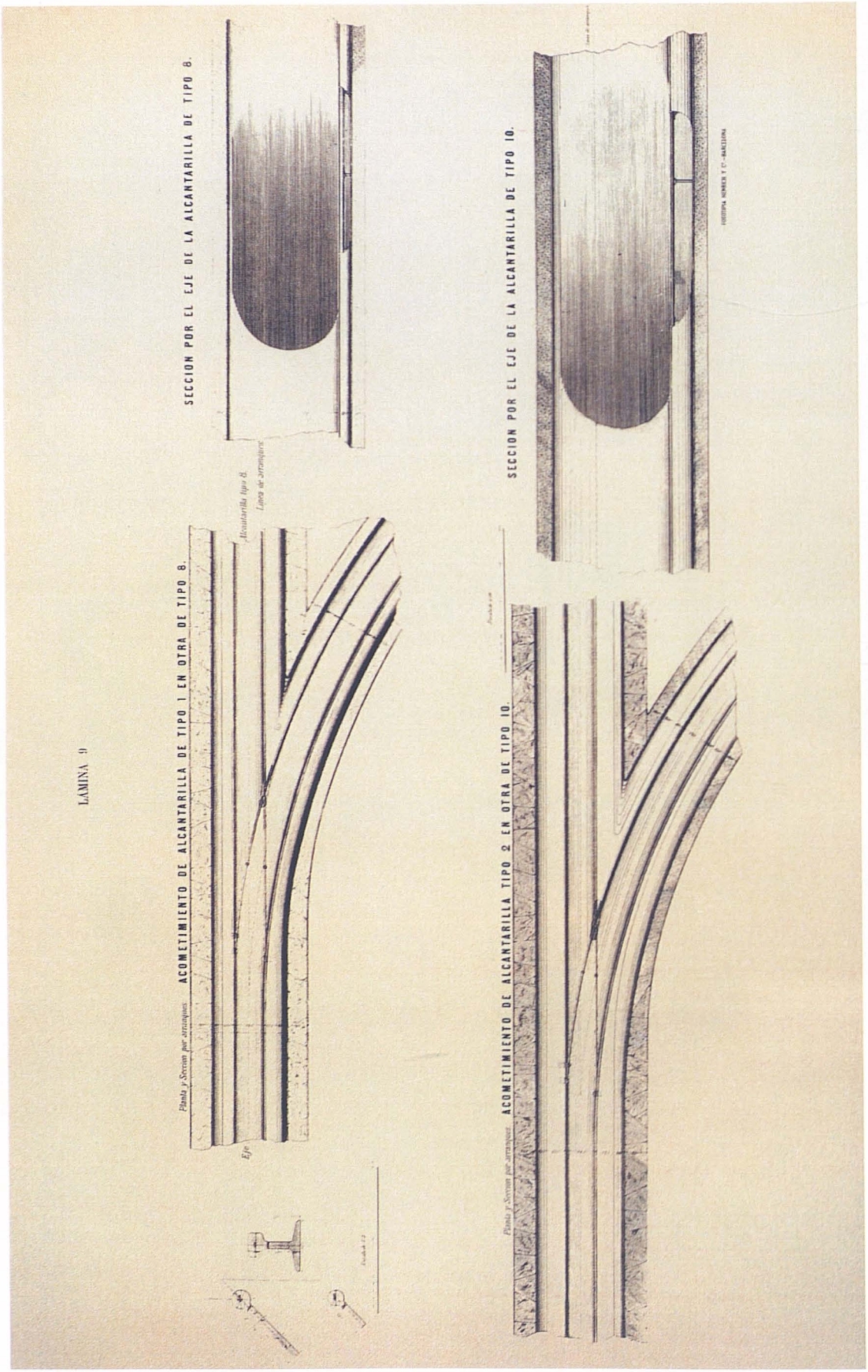


LÁMINA 8
DESCRIPCION DE LAS VAGONETAS PARA TRANSPORTE DE BASURAS.
VAGONETA PARA ALCANTARILLAS.
VAGONETA PARA CLOACAS.
VAGONETA DE ALCANTARILLAS SOBRE TRUCK.
VAGONETA CON COMPUERTA.
DETALLE DE COMPUERTA.


LAMINA 9
Planta y Seccion por arranques. ACOMETIMIENTO DE ALCANTARILLA DE TIPO 1 EN OTRA DE TIPO 8.
Alcantarilla tipo 8.
Linea de arranque
Eje
SECCION POR EL EJE DE LA ALCANTARILLA DE TIPO 8.
Planta y Seccion por arranque. ACOMETIMIENTO DE ALCANTARILLA TIPO 2 EN OTRA DE TIPO 10.
SECCION POR EL EJE DE LA ALCANTARILLA DE TIPO 10.

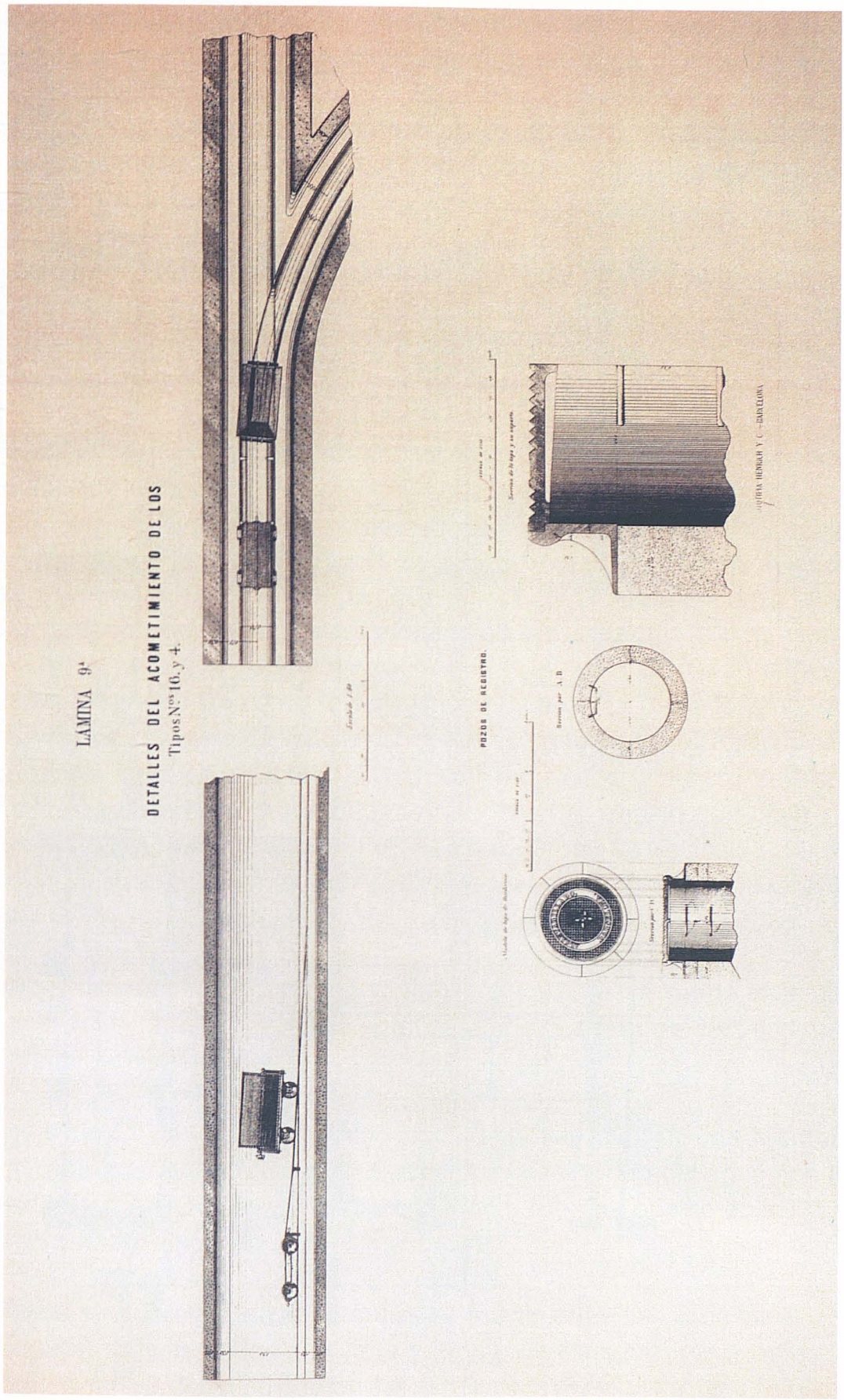
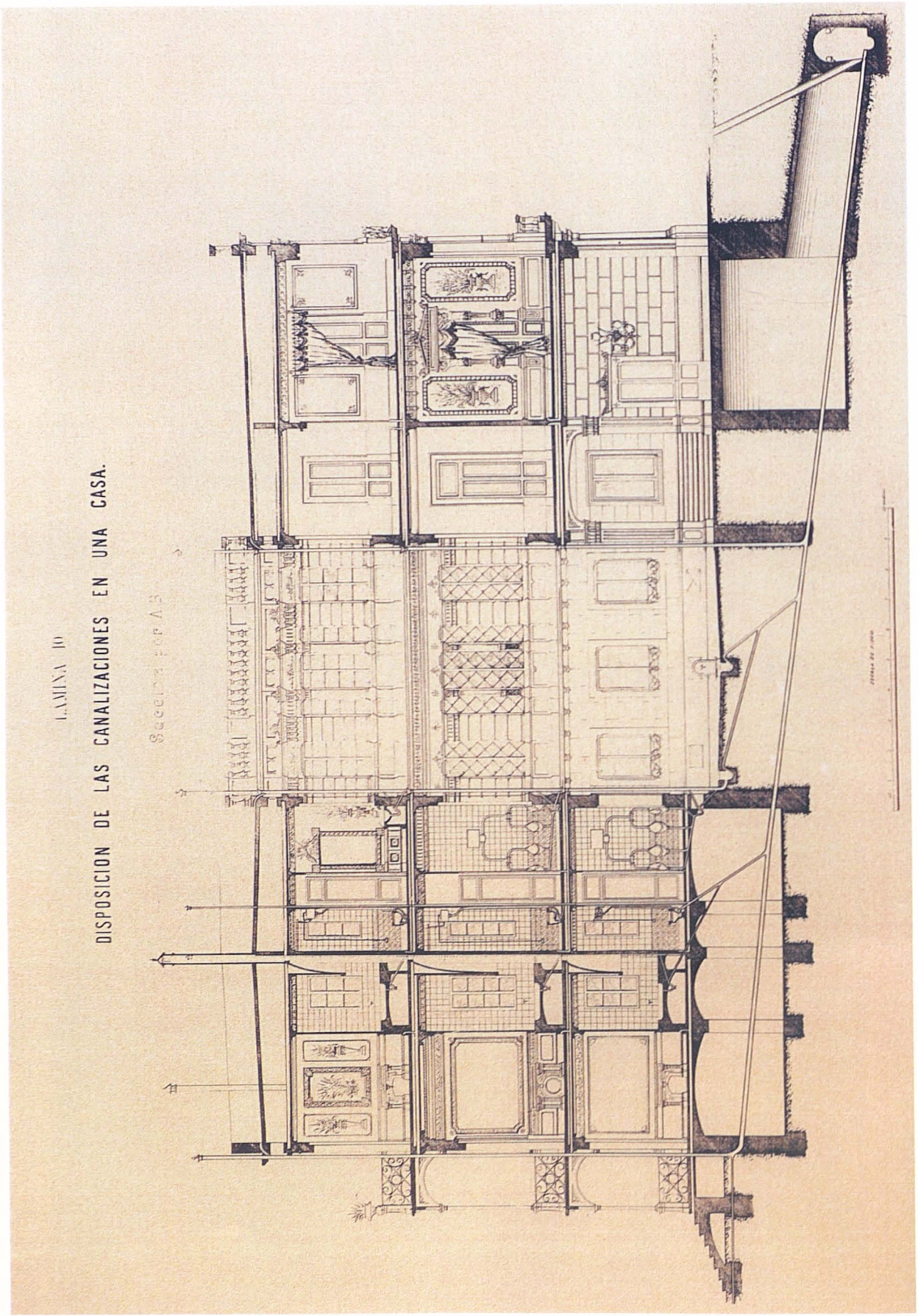


LÁMINA 9ª
DETALLES DEL ACOMETIMIENTO DE LOS
Tipos Nºs 16. y 4.
POZOS DE REGISTRO.


LAMINA 10
DISPOSICION DE LAS CANALIZACIONES EN UNA CASA.

De todas formas la situación del saneamiento de las ciudades españolas sólo comenzará a ser mínimamente aceptable después de la guerra civil.

Los saneamientos son esencialmente trabajos de técnica hidráulica. Tanto en las conducciones de aguas potables como de aguas negras hay que transportar el líquido por un canal o tubería.

Normalmente la conducción principal de abastecimiento de agua potable a la ciudad se realizaba en lámina libre por gravedad, utilizando tuberías de palastro de hierro, en los tramos en que se producían aumentos de la presión por la entrada en carga de la tubería.

Hasta principios del siglo XX no comenzaron a construirse conducciones de hormigón armado.

Análogamente, en las conducciones de aguas negras el régimen de proyecto también será el de lámina libre, aunque por causa accidental, como un aguacero, la tubería pudiese entrar temporalmente en carga.

El cálculo hidráulico tal como lo aplicamos hoy arranca de la fórmula de Antoine Chezy, un ingeniero de Ponts et Chaussés que estudió en 1778, el movimiento uniforme del agua en un canal abierto con motivo del proyecto de abastecimiento de aguas a París desde el arroyo de l'Yvette, trabajo que realizó junto a su compañero Perronet. Las Fórmulas Chezy-Prony fue utilizada por Bazalguette en el alcantarillado de Londres, según refiere la Revista de Obras Públicas en 1871.

Este proyecto era el primero que tomaba el agua de un punto más alto en relación con la ciudad, pues hasta entonces París se abastecía del Sena mediante bombas de alimentación.

El trabajo de Chezy fue completado por Prony, que publicó una Memoria en 1802 donde figura una fórmula que relaciona la velocidad del agua con la raíz cuadrada de la pendiente y el radio hidráulico, fórmula que se aplicó durante la primera mitad del siglo XIX.

Más tarde se aplicaron otras fórmulas al movimiento del agua pero que en esencia eran similares a las de Chezy y Prony. De éstas las más empleadas en la segunda mitad del siglo fueron las de Dazin (1871) y Kutter (1876).

3.3.5.1. Los caudales de agua en saneamiento

El caudal de agua que circulaba por las alcantarillas del sistema más empleado, el unitario o "todo a la alcantarilla", se componía de tres aportes el que resultaba del abastecimiento, el producido por los habitantes y el de lluvia.

El ingeniero Alphand estimaba la dotación mínima para conseguir hacer circular las aguas negras y los restos orgánicos por una alcantarilla, en 10 litros por habitante y día, en las condiciones de París de los años ochenta del siglo XIX, exigiendo la necesidad de cámaras de descarga intermitente.

El problema del caudal y de la velocidad en la alcantarilla se consideraba muy importante porque los depósitos de materia orgánica en la misma podían originar olores que en una cultura científica que todavía tenía vigente el paradigma "miasmático" eran consideradas no sólo como un problema estético, sino sanitario.

Si embargo, el debate sobre el caudal de suministro a una población se acrecienta a medida que se encuentra una relación entre el aumento del abastecimiento y el descenso de las fiebres tifoideas.

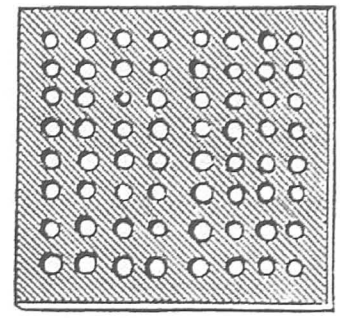
El ingeniero F. García Arenal, en su proyecto de abastecimiento a Vigo (1897), estudia el asunto y afirma que no ha encontrado una relación directa entre consumo de agua y mortalidad por fiebres tifoideas.

García Arenal, dice que el caudal de abastecimiento debe ser muy superior a 100 litros/habitantes y día, que se consideraba suficiente veinte años antes y toma como consumo 170 litros/habitante y día, con la siguiente distribución, consumo privado 75, consumo público e industria 35.

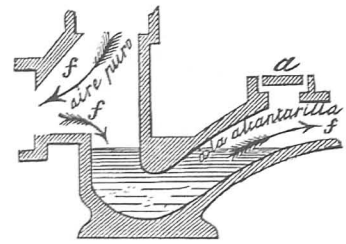
En la década de los 80, Madrid y Barcelona no llegaban a los 100 litros/habitante y día y las ciudades medias y pequeñas rondaban los 10 litros/habitante y día.

A principios del siglo XX, las grandes ciudades rondaban los 150 litros/habitante y día, manteniéndose las pequeñas en las primitivas cifras.

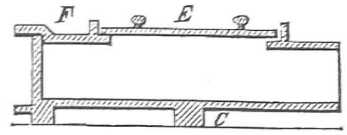
3.3.5.2. El alcantarillado. Las conducciones



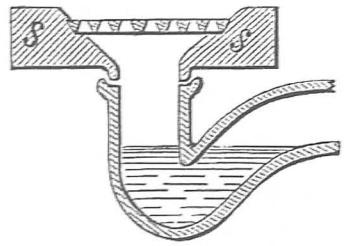
A raíz de la generalización del **sifón,** que impedía la entrada de los **"gases mefíticos"** (sulfidrato de amoniaco y ácido sulfídrico), identificados por Chaussier, Dupuy y Thérard en 1805, en la vivienda la recogida de aguas negras se hacía por gravedad.



La eliminación de gases insanos era una de las obsesiones de los ingenieros higienistas, por lo que la ventilación por un lado y por otro la velocidad mínima del agua en la alcantarilla que impidiese depósitos que al descomponerse generasen gases fueron cuestiones muy estudiadas en los proyectos de conducciones de agua negras.



La velocidad del agua, por tanto, estaba limitada en una mínima, que impidiese los depósitos y que siempre estaba por encima 0,5 m./seg. y una máxima limitada por la necesidad de minimizar el rozamiento de los materiales en suspensión con las paredes, que podían alterar la tubería.



A medida que la calidad de las conducciones fue mejorando la velocidad máxima aumentó. Las pendientes de las conducciones siempre se fijaban entre el uno y el dos por mil.

A finales del siglo XIX, los sistemas que se venían ensayando y aplicando en la recogida y transporte del agua residual eran los siguientes:

1. Sistemas aisladores.

   Se basaban en unos recipientes, fijos o móviles que recogían las aguas y que luego se transportaban al punto de vertido. A veces eran tanques desinfectantes en donde el agua se trataba con cal.

2. Sistemas neumáticos.

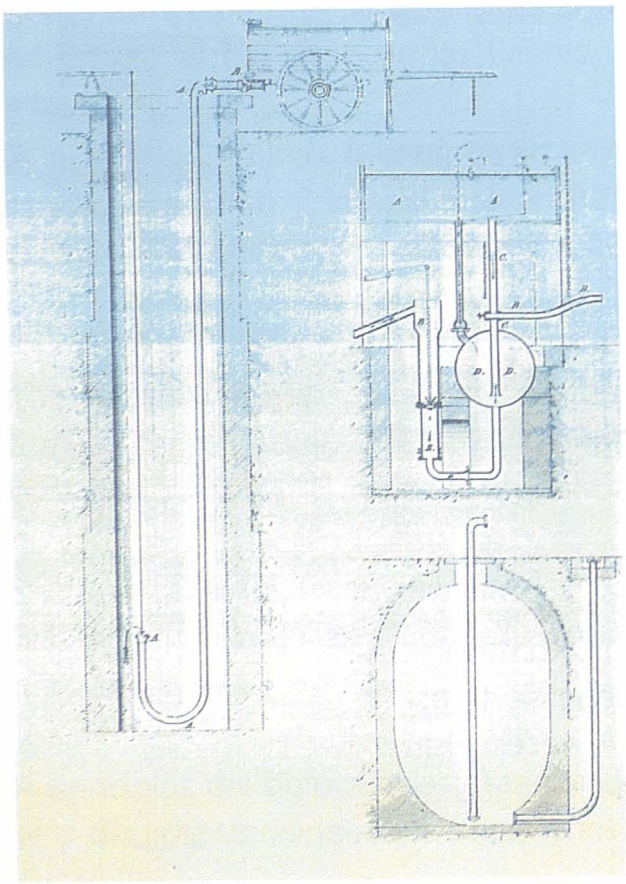
2.1. Dumont.

Propuesto para París y que no llegó a implantarse. Consistía en una red de cañerías metálicas conectadas con una bomba de vacío que creaba una aspiración que recogía las aguas negras y las transportaba a otros puntos desde donde se bombeaban hacia el riego de terrenos.

2.2. Berlier.

Ensayado en París. Es parecido al anterior pero en cada edificio existe un depósito que recibe los residuos, desde donde pasan a las tuberías de aspiración.

Sistema hidroponeumático aplicado a las ciudades de Turín y Milán (Teoría de la Construcción de Ciudades, 1859). Foto: Cerdà. Urbs i territori



2.3. Liernur.

Aplicado en Amsterdam. En este sistema un conjunto de edificios se hace desaguar en un depósito desde donde pasan las aguas a las tuberías de aspiración. En San Sebastián se propuso un sistema de este tipo.

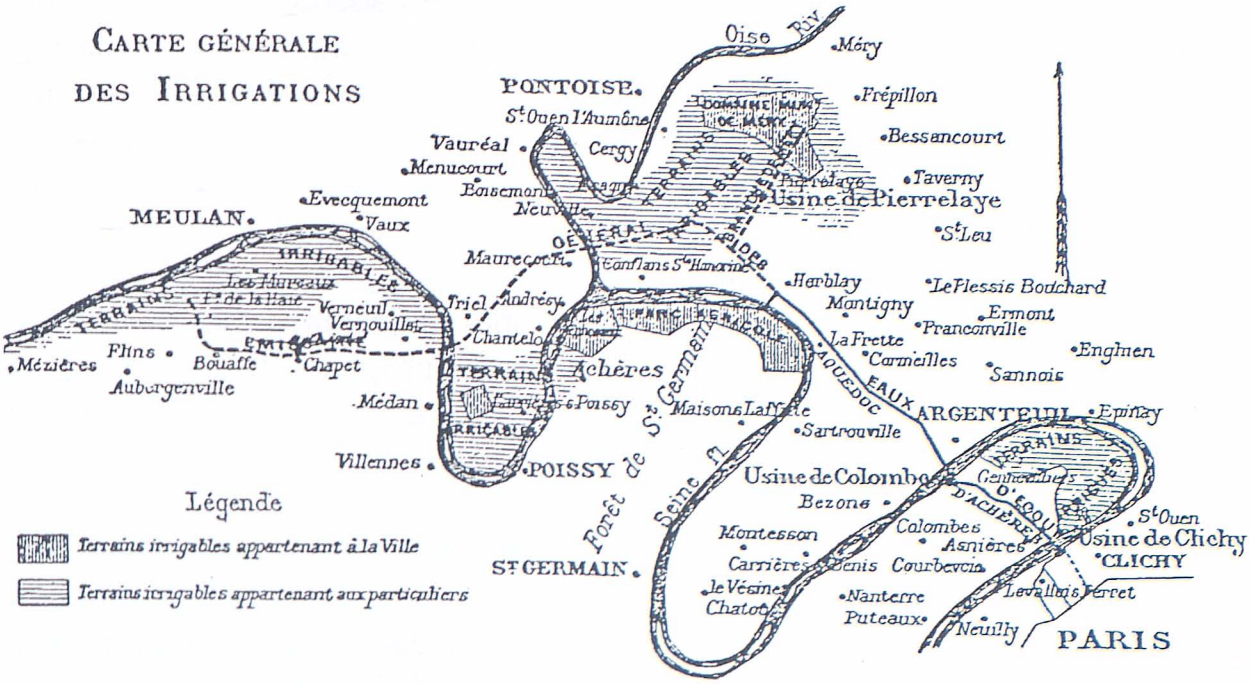
2.4. Shone.

Sistema similar al Liernur pero utilizando aire comprimido.

3. Sistemas por gravedad.

3.1. Waring.

Aplicado por primera vez en Memphis, USA. Consistía en



Localización de terrenos para la depuración de aguas negras por filtración en París. Fuente: Revista de Obras Públicas, 1897

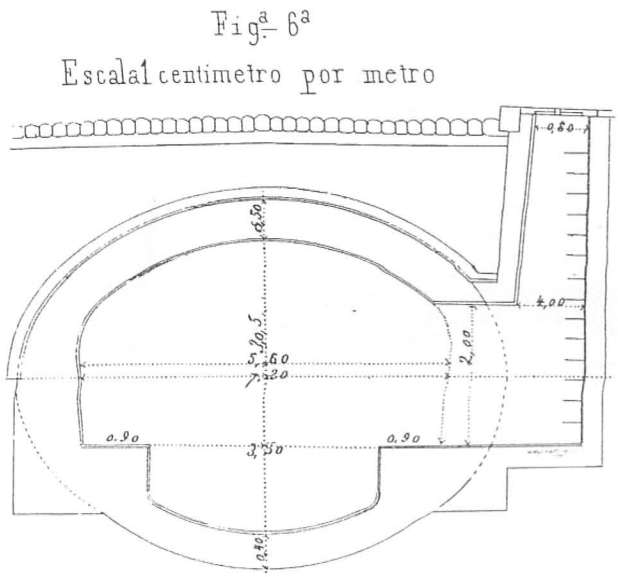
canalizar sólo las aguas negras de las viviendas, dejando que las de lluvia fuesen por la calzada.

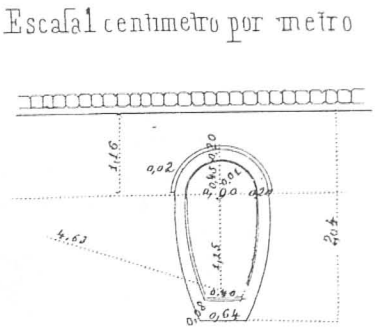
También se proponía hacer una canalización para las aguas de lluvia. Es el sistema llamado separativo.

3.2. "Tout a l'egout".

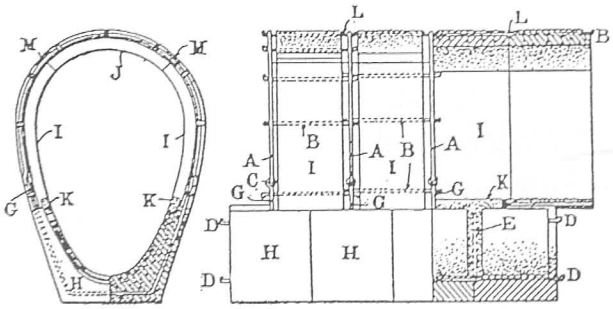
Todo a la alcantarilla. Es el sistema francés, cuyo promotor fue el ingeniero Durand-Claye, que comenzó a trabajar en el servicio de alcantarillado de París junto a Belgrand.

El sistema que en principio eliminaba todos los residuos urbanos, en algún caso hasta las basuras, y que encontró una fuerte respuesta en sectores de la burguesía que lo consideraban como un derroche de materia orgánica que podía utilizarse como





Conducciones de alcantarillado del París de Haussman. Fuente: Revista de Obras Públicas, 1878



Una de las primeras referencias de conducciones de alcantarillado en hormigón armado publicadas en la Revista de Obras Públicas, 1909. Era como un caso construido en Alemania

abono, finalmente se convirtió en un sistema que canalizaba por el mismo conducto aguas negras y agua de lluvia. Es el sistema unitario.

Sobre la **forma** de las conducciones el proyecto de Bazalgette en Londres a mediados de los cincuenta del siglo XIX, marcó la pauta.

Este adoptó la forma circular para los caudales grandes y continuos y la ovalada, con el eje mayor vertical cuando hubiera diferencia de caudales a lo largo de algún periodo de tiempo.

Cuando la cota del terreno estaba próxima a la clave de la conducción estos colectores ovalados se construían con el eje mayor horizontal.

En los proyectos ejecutados en España a finales del XIX, la sección circular se mantenía hasta diámetros entre 0,60 m. y 0,90 m., pasándose al ovoide cuando la sección necesaria era mayor.

Los materiales pasaron del ladrillo dispuesto en rosca al empleo del hormigón moldeado "in situ" para cualquier tipo de sección.

En los alcantarillados de Sevilla y Valladolid se empleó un hormigón co-

nocido como "rock-concrete", formado con árido procedente del machaqueo de ladrillos y tejas cerámicas.

Ya vimos que las conducciones de hormigón eran más eficaces que las de ladrillo frente a los roedores.

Para conducciones de diámetros iguales o inferiores a 30 cms. Se utilizaba gres.

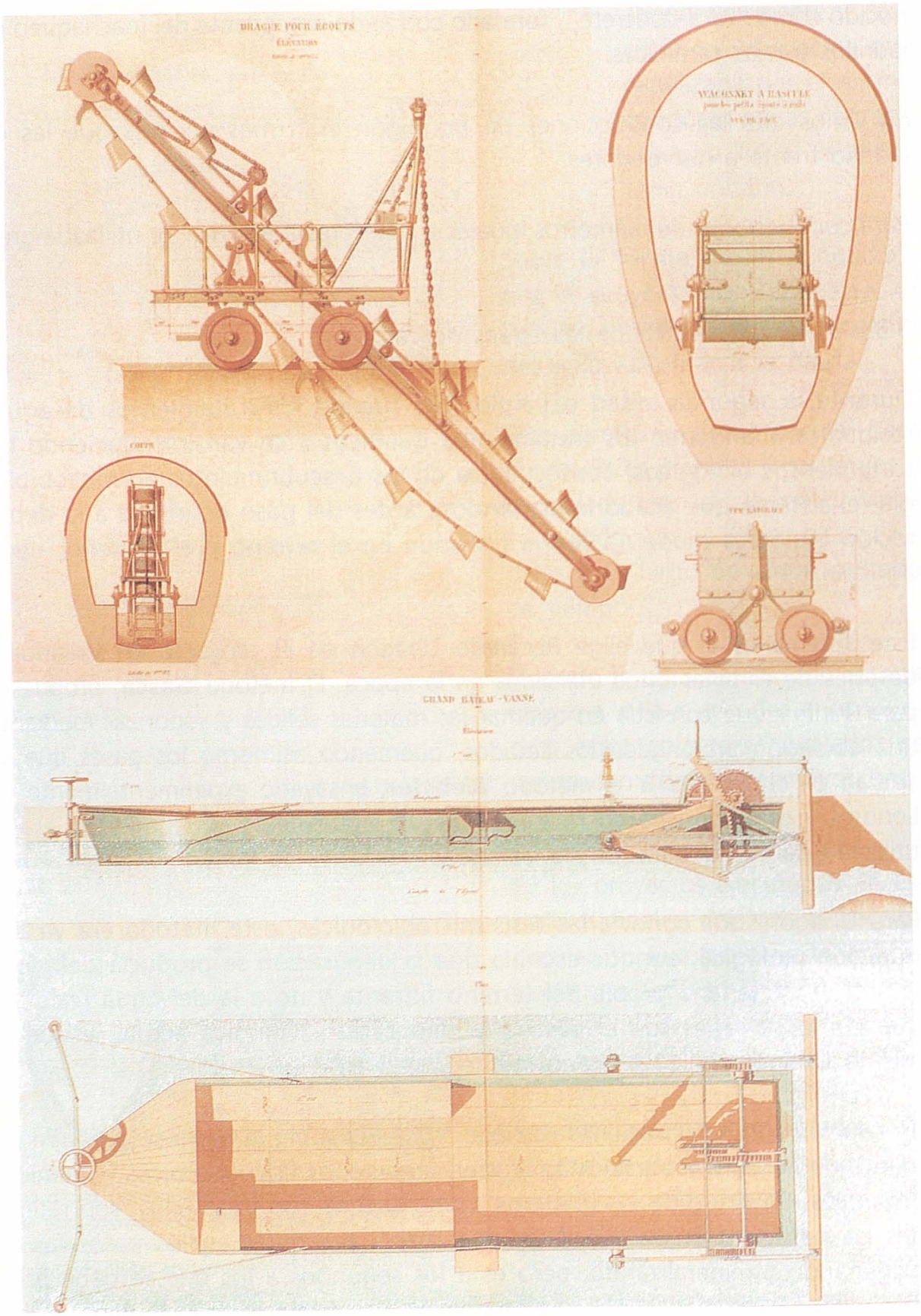
3.3.5.3. La depuración de las aguas negras

Durante la segunda mitad del siglo XIX, cuando los tratamientos de aguas residuales abandonan los tratamientos químicos y se van introduciendo los tratamientos biológicos, consecuencia de los descubrimientos en microbiología, el sistema que acabó imponiéndose antes del paso definitivo a la depuración biológica moderna fue la filtración en el terreno y el posterior riego agrícola.

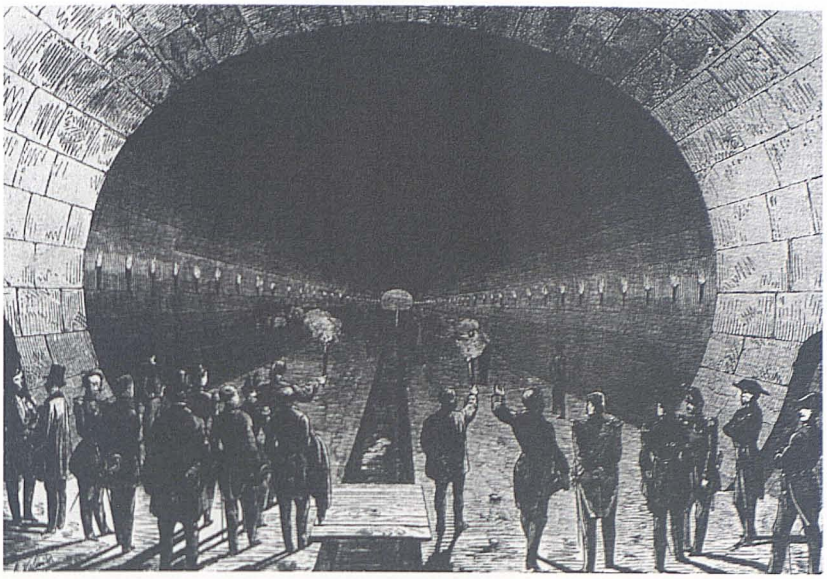
Este sistema es el que elige Recaredo Uhagón en el proyecto de Valladolid, después de eliminar otros utilizados en la época. El método **Gasca**, propuesto para Turín y que consistía en quemar las materias sólidas y vaporizar mediante una ebullición prolongada los líquidos, quemando asimismo los gases que se liberan en el proceso. Y el método **Webster**, ensayado experimentalmente en Londres y que consistía en la electrólisis del agua negra. Este método era el utilizado para la depuración de las aguas residuales de París.

Para Uhagón, que conocía las tesis microbiológicas, este método era ya depuración biológica, aunque escribía que la depuración se producía debido a la acción bacteriana propia del terreno filtrante y no a la del agua residual, que como se sabes fue el paso a la depuración biológica actual, y que el mismo Uhagón utilizó posteriormente.

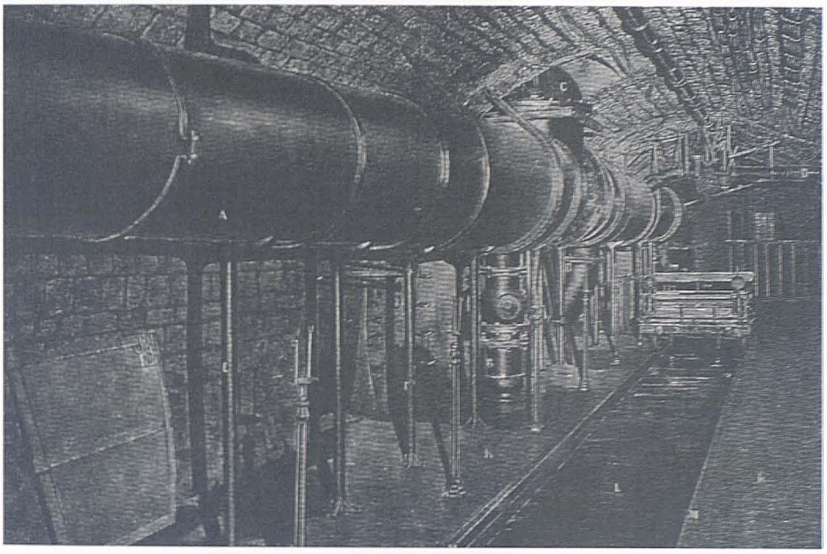
En relación con las filtraciones escribía: "Cuando sobre la tierra se extiende un manto de agua, al filtrarse ésta, ocurren fenómenos físico-químicos y químico-orgánicos. En virtud de los primeros, como sucede con todo filtro, son retenidas las partículas en suspensión y el oxigeno encerrado en los pasos los va oxigenando y mineralizando, pero es a los segundos a los que se debe principalmente la propiedad que se describe: Se ha observado que la tierra arable encierra multitud de microorganismos, y entre ellos fermentos, a los que se



Draga, vagoneta basculante y barcaza-esclusa diseñadas por Belgrand para el alcantarillado de París



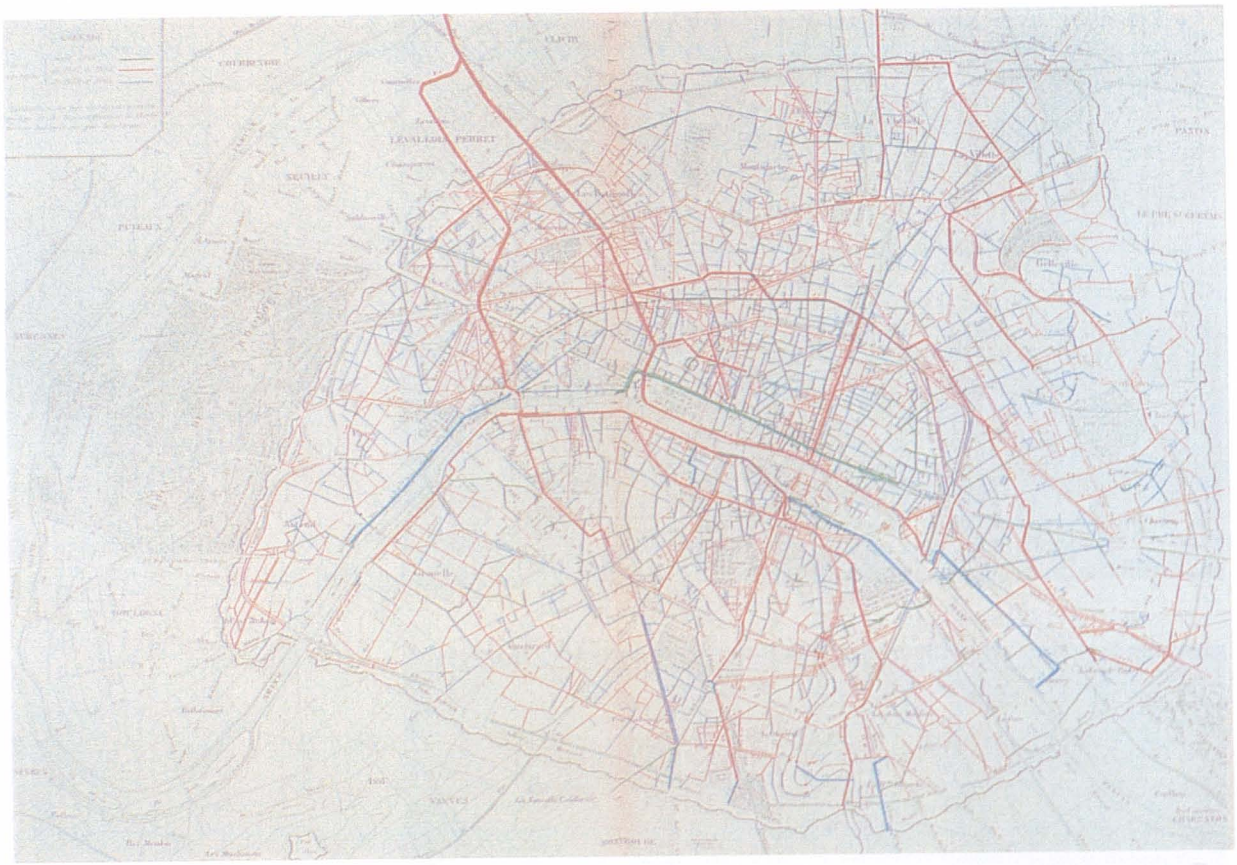
El Gran Colector Sebastopol, en París



Alcantarilla diseñada por Belgrand con las distintas instalaciones y servicios previstos

debe la propiedad depuradora y que son los que producen la nitrificación, ocasionando la oxidación que transforma el nitrógeno de la sustancia orgánica en nitratos, mineralizando ésta y haciendo así posible su absorción por las raíces de los vegetales. Para que este fenómeno se realice es necesario pues, las enzimas y cantidad suficiente de oxígeno".

En Valladolid, la extensión necesitada según proyecto era de 350 Hectáreas, con un espesor de suelo filtrante de 3 m., motivo por el cual el sistema no llegó a implantarse en grandes ciudades.

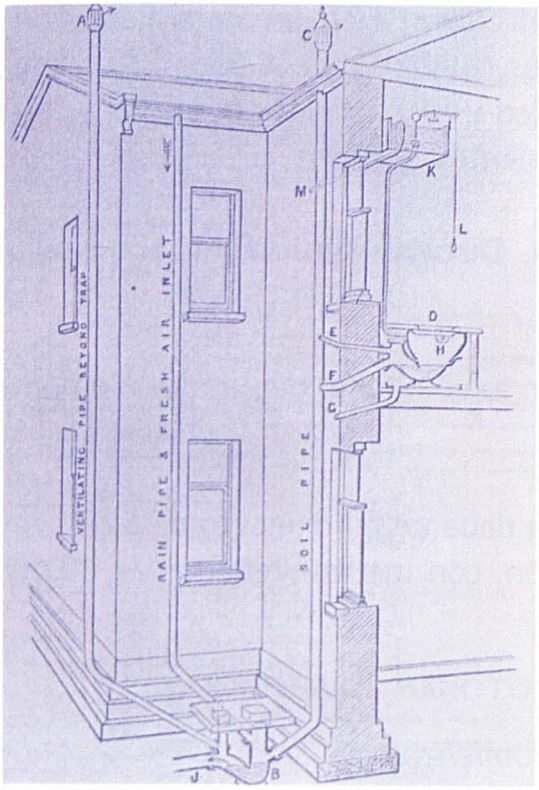


Evolución de la red de alcantarillado de París entre 1856 y 1885

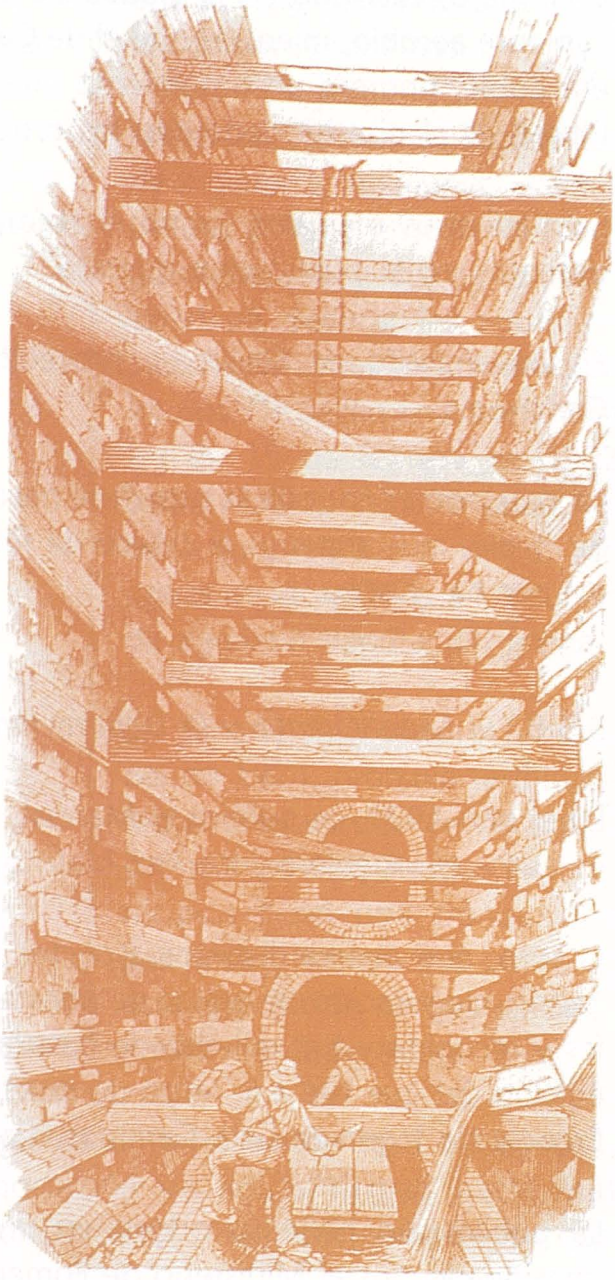
Los proyectos de saneamiento de Bilbao y de Sevilla redactados por Uhagón en 1893 y por José Ochoa en 1895, también proponían este método aunque una vez iniciadas las obras se inclinaron por la depuración biológica, siendo en Bilbao en donde primero se implantó.

Como ya se ha referido repetidas veces, la gran innovación en la depuración de las aguas negras se produjo cuando se encontró que ésta se podría producir por la actividad de los microorganismos presentes en las aguas fecales.

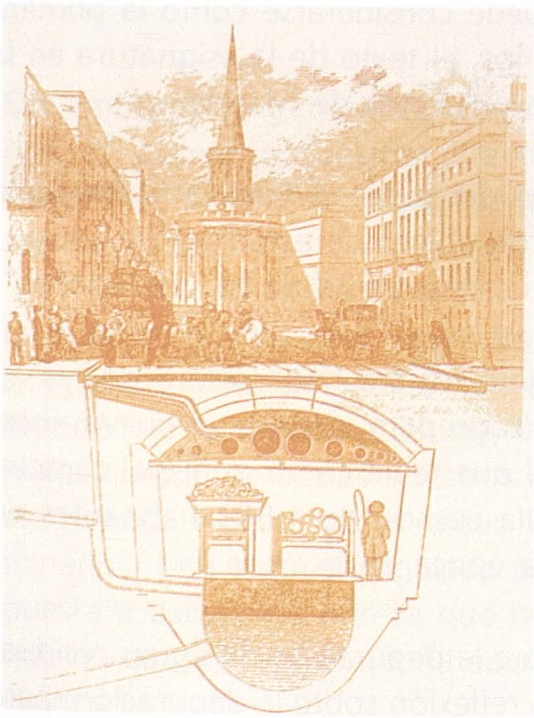
El artículo, "La Depuración bactérica de las aguas de alcantarilla", publicado en la Revista de Obras Públicas en 1901, y que transcribe el aparecido en la revista "La Technologie Sanitaire", describe los dos métodos que entonces se conocían, el de **Dibdin** y el de **Cameron.**



Sistema de abastecimiento y evacuación de agua en un edificio londinense



Construcción de la alcantarilla de Fleet street



Sección tipo de alcantarilla londinense

El primero, utilizado en la ciudad de Sutton consistía en un tratamiento únicamente aerobio, mientras que el de Cameron, utilizado en la ciudad de Exeter, era doble, primero un tratamiento anaeróbico y a continuación aeróbico. Este último es el que ha generado los procedimientos actuales.

Existían otros métodos, como el **Hampton**, **Ducat** y **Whittaker**, todos ellos descritos en la publicación referida.

El saneamiento de Sevilla se proyectó con una planta depuradora patente Cameron.

La instalación con toda la superficie necesaria daba un rendimiento de 6.671 m^3/ha. y día, muy superior al clásico de filtración, con media alrededor de 50.000 m^3 por ha. y año.

3.3.6. *El Saneamiento y la Depuración a comienzos del Siglo XX*

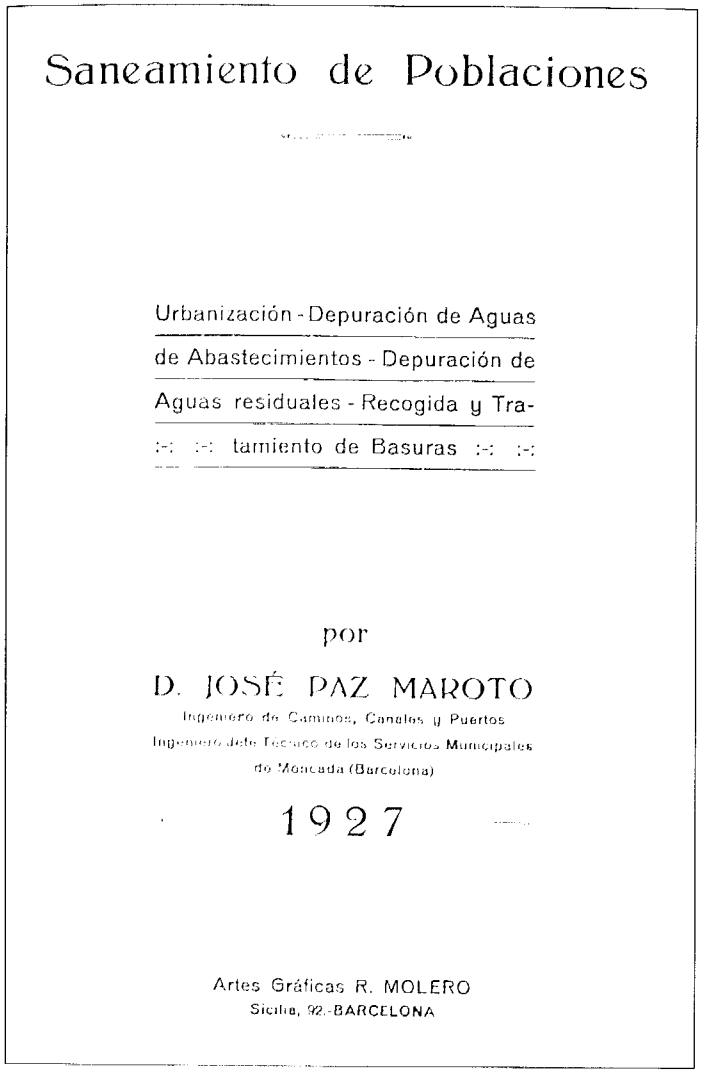
En el año 1927, se publica el Manual, "Saneamiento de Poblaciones" del que es autor el ingeniero José Paz Maroto.

El libro, que abarca distintos aspectos de la ingeniería sanitaria como, urbanización, depuración de aguas de abastecimiento, depuración de aguas residuales y recogida y tratamiento de basuras, puede considerarse como la primera edición del que fue a lo largo de muchos años, el texto de la asignatura en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

La publicación tiene su origen en un viaje del autor a Francia y Alemania pensionado por el Ministerio de Fomento con objeto de estudiar "los últimos adelantos en la ciencia sanitaria aplicados al saneamiento de las poblaciones".

Este tipo de viajes de ingenieros al extranjero no era nada novedoso, ya en 1874 Evaristo Churruca había viajado a Chicago para estudiar el nuevo abastecimiento de agua a la ciudad, una ciudad que tenía como principal característica su rápido crecimiento dado que había pasado de 4.853 habitantes en 1840 a 80.000 en 1865 y a 400.000 en la época de la visita.

Paz Maroto, dedica la tercera parte del libro a la depuración de aguas residuales, con un primer capítulo en que hace una reflexión sobre la depuración, para


Saneamiento de Poblaciones

Urbanización - Depuración de Aguas de Abastecimientos - Depuración de Aguas residuales - Recogida y Tratamiento de Basuras

por

D. JOSÉ PAZ MAROTO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ingeniero Jefe Técnico de los Servicios Municipales de Moncada (Barcelona)

1927

Artes Gráficas R. MOLERO
Sicilia, 92.-BARCELONA

entrar en el segundo a analizar los distintos sistemas.

Todas las Comisiones Higienistas de Inglaterra, Alemania, Estados Unidos y Francia, no tenían ninguna duda respecto de la necesidad de depurar las aguas de alcantarilla antes de su vertido a los ríos. De hecho en Francia, una ley de 15 de febrero de 1902 sobre Protección de la Salud Pública ya prohibía el vertido de aguas de alcantarilla a los cursos de agua sin depuración previa.

En España, el Estatuto Municipal de 1924, prohibía terminantemente el vertido de las aguas sucias a los ríos, aunque los municipios "con una tranquilidad pasmosa", hacían caso omiso de esta disposición no queriendo ni hablar de depuración.

Sin embargo la generalización del sistema unitario a de "tout a l'egout", con un aumento considerable de aportación de aguas negras hacia más necesaria la depuración para evitar constantes contaminaciones de los cursos de agua.

Uno de los puntos más debatidos fue el grado final de depuración. La Comisión Real Inglesa decía que "en el estado actual de nuestros conocimientos, especialmente en bacteriología, es difícil estimar con seguridad los peligros reales contra los cuales nuestros ríos deben ser protegidos y parece que son exagerados o disminuidos según las prevenciones de los que tienen que examinarlos. Una autoridad guiada por consideraciones médicas puede estar dispuesta a exigir una pureza que no es necesaria, mientras que otra autoridad que no considere más que la economía puede llegar a no tomar precauciones esenciales".

Era pues la función del ingeniero en materia de saneamiento la búsqueda de la "justa medida" entre las exigencias absolutas de la ciencia pura y las posibilidades relativas de la práctica teniendo en cuenta los medios financieros disponibles.

Es evidente que se estaba en una etapa que caminaba entre la primitiva de protección de la salud pública y la primera fase de la protección de los usos del agua, que marca el nivel de contaminación del vertido como paso previo a la delimitación de los estándares de calidad del medio receptor, criterio que se acogió con posterioridad a la segunda mitad del siglo XX y desde luego muy lejos de la tercera etapa o de protección integral del medio ambiente en donde el agua es uno más de los recursos naturales, y que se inició en los años finales del siglo pasado.

En esa época, por tanto, la pregunta era ¿hasta qué grado se deberá llevar la depuración antes de su vertido al río?.

En relación con este punto, el criterio de la Comisión Real Inglesa toma en consideración la **dilución**, que la definen como la relación entre el caudal del río y el cubo de aguas negras vertidas, y que marcaría el punto por debajo del cual no debe caer el oxígeno disuelto en el agua del río después del vertido.

Se ve que era una regla simple que perseguía mantener la capacidad de autodepuración del cauce, aunque ignoraba parámetros definitivos como la carga contaminante del agua residual y la calidad del medio receptor.

En Francia el Consejo Superior de Higiene fijó unas condiciones absolutas del vertido muy rigurosas sin tener en cuenta el caudal que las recibía, sin embargo admitía excepciones cuando el afluente no contuviera exceso de materias en suspensión y cuando el caudal del cauce fuese por lo menos cincuenta veces mayor que el vertido.

En cuanto a los tratamientos a aplicar para conseguir que los vertidos cumpliesen las condiciones impuestas por las autoridades, éstos serían muy diferentes según que el agua procediese de un alcantarillado con un sistema unitario o separativo.

Las aguas del tipo unitario compuestas por aguas negras y las procedentes de la lluvia y del lavado de calles serían más diluidas y más ricas en materias minerales.

Las aguas del tipo separativo, compuestas exclusivamente de aguas negras y domésticas, tendrían una contaminación más intensa y estando particularmente cargadas de materia orgánica. Por tanto, antes de escoger el procedimiento de tratamiento era necesario establecer por análisis químicos la composición del agua y medir los volúmenes a depurar.

La generalización para cualquier tipo de agua residual, industrial o urbana, del sistema de "epandage", o sea filtración y riego agrícola condujo a numerosos fracasos, no siendo posible aplicar un sistema universal válido a todos los casos.

Paz Maroto, distingue como materias contenidas en todas las aguas residuales las siguientes:

1. Materias pesadas.

2. Materias flotantes.

3. Materias en suspensión.

4. Materias en disolución.

Tanto en el caso de evacuación del agua a la depuradora por gravedad como en el de bombeo a la planta las materias pesadas y flotantes quedan apartadas en las cámaras de arena y en las rejillas y desengrasadoras, entrando exclusivamente las materias en suspensión y en disolución.

Por tanto el tratamiento quedará dividido en una parte física, **decantación**, consistente en desembarazar a las aguas residuales de las materias en suspensión y otro **biológico** para oxidar las materias orgánicas en disolución.

En la época de referencia, la primera de las operaciones, o sea la **decantación,** era la más importante con bastante diferencia respecto del tratamiento biológico, siendo a veces innecesaria esta fase debido a la poca cantidad de materia disuelta y el bajo nivel de contaminación.

Lo que hoy se denomina línea de fangos, se reducía a una purga de los decantadores con frecuencia suficiente para evitar su fermentación y olores, y su secado, siendo teóricamente posible su conversión en briquets combustibles o en abonos,

o quemándolos directamente solos o mezclados con basuras domésticas con el fin de obtener una fuente de energía.

La realidad era que ninguno de estos procedimientos era económicamente viable y lo que realmente se hacía era acumularlos en terrenos próximos al lugar de extracción donde expuestos al aire se secaban rápidamente reduciendo su volumen.

Entre los distintos tipos de decantadores los más utilizados eran el Imhoff y el Dormund. El Imhoff, con doble cámara para agua y lodos decantados (Decantador-Digestor), y el Dormund con una sola cámara.

Los decantadores retenían entre el 60 a 70% de la materia en suspensión, reteniéndose el agua aproximadamente una hora por lo que no daba lugar a la fermentación de los fangos, evitando los malos olores.

En cuanto a la **Depuración biológica** se distinguía entre **depuración biológica natural** y **depuración biológica artificial**. La **natural** se identificaba con lo que se ha llamado filtración, con o sin riego agrícola ó "epandage". Hoy día a esta depuración biológica natural se denomina de bajo coste y en ella se incluyen los filtros verdes, los lechos de turba, los lagunajes y otros tratamientos.

Las condiciones que deben buscarse para obtener una buena depuración del suelo son la aireación del mismo, la facilidad de movimiento del agua en las capas superficiales y los microorganismos presentes en el terreno, estando su rendimiento muy relacionado con las condiciones del agua sometidas a este tratamiento.

Los terrenos porosos, profundos y bien drenados, no dejándose atravesar rápidamente por el agua son los más adecuados, no reuniendo las condiciones los arcillosos, compactos e impermeables.

Dado que el agua depurada deberá drenar hacia el río es conveniente utilizar terrenos con cierta pendiente natural.

De los datos obtenidos las instalaciones de París que comenzaron a funcionar en 1864, se deducía que el terreno no podría absorber más de 10 litros por

metro cuadrado y día. El decreto de 30 de marzo de 1899 fijó para esta planta un rendimiento de 40.000 m^3 por Hectárea y año.

Por último, en la publicación se hacen consideraciones sobre el sistema de las cuales se deben recoger dos, la primera la que se refiere a que debe prohibirse la venta de legumbres y frutas cultivadas en campos de "epandage" destinadas a ser comidas en crudo, debiendo antes ser sometidas a cocción y la segunda, que las administraciones que emplean estos procedimientos no llegan a resultados beneficiosos, pues la venta de las aguas de alcantarilla no bastan para cubrir los gastos de explotación de la red, la amortización de las inversiones y la preparación del terreno.

Hoy este sistema de filtración al terreno es de los denominados de "bajo coste", y aún así sabemos que sigue siendo gravoso para los ciudadanos. Al margen de sus dificultades para alcanzar los rendimientos que exige la Directiva 271/91.

La Depuración biológica artificial

El sistema anterior necesitaba grandes extensiones de terreno y por tanto numerosas ciudades se vieron en la necesidad de recurrir al sistema artificial.

Entre los conocidos en la época estaban las fosas sépticas con o sin lechos o filtros bacterianos y los fangos activados.

El funcionamiento del sistema generalmente consistía en:

1. Una decantación en donde eran retenidas las materias minerales en suspensión en el agua.

2. El pase del agua a las fosas sépticas o cauces de fermentación anaerobia.

   En ellos la materia orgánica en suspensión en el agua, no eliminada en el decantador, se mineraliza y decanta, quedando en el líquido un muy bajo contenido de materia orgánica en suspensión y la materia orgánica disuelta.

3. El agua llega a los lechos bacterianos, constituidos por depósitos descubiertos con un material filtrante de muy variable naturaleza, (escoria, coque, ladrillos triturados, etc.) y con profundidades entre 1,20 y 1,30 m.

   Las bacterias aerobias presentes en el agua se fijan al relleno produciéndose la fermentación, el nitrógeno amoniacal presente en la materia orgánica, en contacto con el oxigeno, se mineraliza transformándose en nitrato.

Paz Maroto se detiene especialmente en el tratamiento por fosas sépticas, descartando su uso exclusivo como sistema de depuración ya que no eliminaban la totalidad de las bacterias patógenas y en el tratamiento de los fangos.

Según los criterios técnicos de la época la permanencia del agua en las fosas sépticas debía estar comprendida entre 16 y 24 h., porque si se superaba se producía un exceso de gases perjudicial para la fermentación.

Los gases que se producían estaban en una proporción de 8 a 10 m^3 por cada 100 m^3 de aguas residuales y su composición tal, que se podían utilizar para ser quemados, pero su aprovechamiento industrial era en la práctica económicamente inviable.

Aún existiendo decantadores para las materias minerales en suspensión, en las fosas sépticas se producían fangos procedentes de estas materias que también entraban en ellas y de la materia orgánica fermentada o a medio fermentar, por su difícil o lenta desagregación. Estos fangos que había que extraer periódicamente eran un auténtico problema para las grandes instalaciones, al cual y a pesar de los distintos procedimientos existentes, no se había dado solución.

Una situación, según se ve parecida a la actual. Nuestros procedimientos tampoco han evolucionado mucho desde los años veinte, incluso desde principios del siglo XX, habiéndose limitado a mejorar los principios básicos y a investigar composición de sistemas, decantador único y digestor de fangos, decantador primario y secundario, lechos bacterianos y fangos activos, filtraciones forzadas, contactores biológicos, etc. El problema de lodos está tan vigente que recientemente se ha aprobado un Plan Nacional de Lodos de Depuradoras y siguen haciéndose reuniones científico-técnicas sobre su tratamiento y utilización.

Era frecuenta también que el tomadero de una casa se hiciese en algún lugar muy distante de ella y que los ramales se duplicasen innecesariamente, llegando a formar un auténtico laberinto en múltiples direcciones.

Quienes no tenían la suerte de contar con su propia concesión, habían de recurrir a los aljibes y a los pilares públicos, estratégicamente situados por toda la ciudad. Algunos ellos como el Pilar del Toro, llegaría a ser tan conocido por los viajeros románticos como la propia Alhambra.

La extrema variabilidad del volumen de las aguas que discurrían por las acequias en las diferentes estaciones del año y la multiplicidad de usos en distintas aplicaciones, eran causa de no pocos conflictos.

Mientras las aguas fueron abundantes y limpias, la hegemonía de los intereses agrícolas no creó ningún problema a los habitantes de la ciudad.

Pero a medida que fue creciendo la población de ésta y se fueron multiplicando los artefactos industriales en las márgenes de las acequias, los caudales de los tomaderos tradicionales de agua para usos domésticos quedaron insuficientes y la confrontación entre los intereses agrícolas, industriales y urbanos se hizo inevitable.

Los labradores no estaban dispuestos a perder sus viejos derechos y la clase industrial estaba empezando a ser poderosa.

Sólo en la Acequia Gorda eran 50 los artefactos que tenían derecho a usar el agua como fuerza motriz, y de ellos 13 estaban en el interior de la ciudad.

El Ayuntamiento, apremiado por los ciudadanos y por las circunstancias, la primera epidemia de cólera en Granada fue en 1834 con un 35 por mil de mortalidad, comenzó a partir de 1845 a sentir mayor preocupación por la prestación de los servicios urbanos.

En el Archivo Histórico Municipal en las Secciones de Fomento y de Aguas, se conservan numerosísimos expedientes correspondientes a la segunda mitad del siglo XIX, en los que se recogen disputas entre los dueños de las fábricas, los agricultores y el propio Ayuntamiento por el uso de las aguas que llegaban a la ciudad.

3.3.7. *El caso de Granada*

3.3.7.1. El Abastecimiento de agua y el alcantarillado

En 1833, cuando termina el reinado de Fernando VII y se da por terminado lo que se ha llamado el Antiguo Régimen, Granada conservaba en buena medida su fisonomía medieval. Era una ciudad de poco más de 50.000 habitantes, su estancamiento demográfico y económico de casi cuatro siglos, apenas interrumpido a finales del XVIII por la corta revolución agrícola del cáñamo, había hecho innecesarias todo tipo de reformas urbanísticas de importancia y había permitido consolidar un equilibrio firme y estable entre los intereses agrícolas, industriales y urbanos de sus ciudadanos que iba a ser muy difícil romper en el futuro.

La desamortización de 1836 y el breve pero espectacular resurgimiento del cáñamo en esa misma década propiciaron una profunda transformación urbanística en la ciudad, que para 1884 había llevado a embovedar el río Darro entre Plaza Nueva y Puerta Real y a remodelar todo el centro histórico comprendido entre la Catedral y el nuevo Ayuntamiento, aparte de otras obras importantes en el ensanche.

Estas transformaciones y otras que tendrían lugar con posterioridad terminarían afectando al viejo equilibrio de intereses tan difícilmente conseguido y en particular a todo lo relativo al agua. Además por estas fechas desapareció el Tribunal de las Aguas de Granada y su Vega, que funcionó ininterrumpidamente desde 1501, siendo asumidas sus funciones por otros organismos llamados Atribución de Aguas y Comisión de Aguas y finalmente por el Ayuntamiento, cambios que se fueron produciendo entre 1822 y 1837.

El abastecimiento de agua potable a la ciudad se había venido haciendo hasta entonces mediante los ríos Darro y Genil, la Fuente Grande de Alfacar y otros manantiales menores, de los cuales los más importantes eran la Mina de Monzón, en el Cerro de San Cristóbal, Fuente Nueva, en la antigua Plaza de Toros y el Pilar del Barrio de San Lázaro.

La mayor parte de las aguas que abastecían la ciudad procedían del río Genil a través de las llamadas Acequia del Candil, ó del Cadí y Acequia Gorda ó Real.

La Acequia del Candil tomaba el agua a menos de medio kilómetro de la desembocadura del río Aguas Blancas y la Acequia Real, unos 1.500 m. aguas abajo, en la llamada Presa Real, construida con mampostería.

Esta Acequia era más importante que la primera y sus trayectos eran sensiblemente paralelos.

Los ramales de las Acequias servían para regar las huertas, proporcionar fuerza motriz a una serie de artefactos industriales, principalmente molinos y para surtir de agua potable a la ciudad.

Casi la mitad de la ciudad se abastecía con agua del río Darro. En su margen izquierda a la altura de Jesús del Valle tenía su origen la Acequia Real (del Darro).

Derivaciones de esta acequia daban servicio a la Alhambra y al Generalife, y de ella tomaba el agua la Acequia de la Ciudad.

Las aguas del Manantial de Fuente Grande llegaban al Albaycin por la Acequia de Aynadamar.

Los manantiales de la Mina de Monzón, Fuente Nueva y el Pilar del Barrio, abastecían a sus respectivos barrios.

El régimen jurídico entonces vigente en las aguas potables era, con muy pocas variaciones, el establecido por las Ordenanzas de la Ciudad en 1538, que habían modificado las primitivas de 1526.

El Ayuntamiento tenía reconocidos a los particulares los derechos de primitivas concesiones sobre las aguas de determinados ramales de las acequias y otorgaba otros nuevos a los que las solicitaban a condición de que hubiese sobrantes en el tomadero correspondiente y sin perjuicio a terceros.

Bajo la dependencia del Ayuntamiento un inspector de aguas y los todopoderosos cuerpos de acequieros y fontaneros eran los encargados de prestar el servicio.

No es necesario decir que las concesiones de aguas, algunas de ellas disfrutadas desde tiempo inmemorial, nada tenían que ver con las verdaderas necesidades de las distintas fincas urbanas.

Era frecuenta también que el tomadero de una casa se hiciese en algún lugar muy distante de ella y que los ramales se duplicasen innecesariamente, llegando a formar un auténtico laberinto en múltiples direcciones.

Quienes no tenían la suerte de contar con su propia concesión, habían de recurrir a los aljibes y a los pilares públicos, estratégicamente situados por toda la ciudad. Algunos ellos como el Pilar del Toro, llegaría a ser tan conocido por los viajeros románticos como la propia Alhambra.

La extrema variabilidad del volumen de las aguas que discurrían por las acequias en las diferentes estaciones del año y la multiplicidad de usos en distintas aplicaciones, eran causa de no pocos conflictos.

Mientras las aguas fueron abundantes y limpias, la hegemonía de los intereses agrícolas no creó ningún problema a los habitantes de la ciudad.

Pero a medida que fue creciendo la población de ésta y se fueron multiplicando los artefactos industriales en las márgenes de las acequias, los caudales de los tomaderos tradicionales de agua para usos domésticos quedaron insuficientes y la confrontación entre los intereses agrícolas, industriales y urbanos se hizo inevitable.

Los labradores no estaban dispuestos a perder sus viejos derechos y la clase industrial estaba empezando a ser poderosa.

Sólo en la Acequia Gorda eran 50 los artefactos que tenían derecho a usar el agua como fuerza motriz, y de ellos 13 estaban en el interior de la ciudad.

El Ayuntamiento, apremiado por los ciudadanos y por las circunstancias, la primera epidemia de cólera en Granada fue en 1834 con un 35 por mil de mortalidad, comenzó a partir de 1845 a sentir mayor preocupación por la prestación de los servicios urbanos.

En el Archivo Histórico Municipal en las Secciones de Fomento y de Aguas, se conservan numerosísimos expedientes correspondientes a la segunda mitad del siglo XIX, en los que se recogen disputas entre los dueños de las fábricas, los agricultores y el propio Ayuntamiento por el uso de las aguas que llegaban a la ciudad.

La insuficiencia de las aguas en una ciudad que debía su origen a la superabundancia de las mismas no era el único problema. El viejo sistema de conducciones por tuberías de barro había llegado a constituir con el tiempo una intrincada red cuya conservación se hacía cada vez más difícil y costosa.

Solo la Acequia de San Juan, una de las que derivaban de la Acequia de la Ciudad tenía 17 principales, 10 ramales y numerosos tomaderos que surtían de agua a 1.088 casas, con 1.760 tinajas, 611 pilares 224 fuentes, 30 albercas y 15 aljibes.

Esto había llevado a un progresivo envejecimiento y deterioro de todas las canalizaciones, de forma que el espectáculo de cuadrillas de obreros levantando calles para taponar filtraciones de agua se había hecho de lo más común en la ciudad, sin que ello garantizase el normal suministro y el bueno estado de la red.

El injerto, el sogueo, el rehundido, el desatasque eran algunas de las operaciones que venían practicándose desde los tiempos de la conquista cristiana.

A todo ello había que añadir el pésimo estado en que se encontraba el **alcantarillado** que contribuía en buena medida a agravar el problema de las aguas.

Muchas casas poseían pozos ciegos o desaguaban directamente a la calle. Otras vertían sus aguas sucias al río Darro o a otras acequias de desagüe, tales como el llamado Darro Turbio ó Darrillo el Sucio que recogía los sobrantes de Fuente Nueva, Mina de Monzón y Fuente del Barrio, lo hacían a través de una tupida red de tuberías de barro o de pequeñas canalizaciones de ladrillo, que, pese a consumir en sus continuas reparaciones un porcentaje importante de los presupuestos municipales, nunca llegaban a estar en estado mínimamente aceptable.

El alcantarillado, aparte de contaminar las aguas potables había terminado provocando una humedad característica del subsuelo en la ciudad, con los consiguientes efectos desfavorables para la salud de los habitantes. Como se sabe la bronquitis está producida por hongos que se desarrollan favorecidos por las humedades en las viviendas.

El servicio de alcantarillado, también llamado de **darros**, lo prestaba el Ayuntamiento mediante varias cuadrillas de obreros bajo la dependencia de

un inspector general. Los vecinos que necesitaban una limpieza particular de sus darros debían solicitarlo al negociado municipal correspondiente, que daba instrucciones a una de las cuadrillas del servicio para que procedieran a la limpieza, cargando al interesado sólo el importe de los materiales empleados.

El servicio ordinario de desobstrucción de hijuelas, las limpias generales y la construcción y mantenimiento del alcantarillado de la población corrían a cargo de los presupuestos generales del Ayuntamiento, que tenía establecido sobre la prestación de este servicio un arbitrio, que consistía en el pago de una pequeña cantidad por cada uno de los sumideros que fluyeran al darro general.

Los conflictos cada vez más frecuentes por el uso de un bien que comenzaba a ser escaso en relación con las necesidades de la ciudad y el pésimo estado de las diferentes canalizaciones, acabarían por hacer del agua el problema más importante para el Ayuntamiento.

El primer proyecto conocido de esta época por el que se pretendía dotar a la ciudad de un nuevo abastecimiento de agua fue redactado en 1858 por D. Francisco de Paula Sierra, intendente honorario de la provincia y por D. Santiago Baglieto, arquitecto de la ciudad.

En esta fecha, el problema fundamental no era todavía la insuficiencia en las aguas, sino su calidad, que ya había comenzado a deteriorarse hasta el punto de haber dejado sentir sus efectos sobre ilustres visitantes de la ciudad, tales como Ford, Gautier, Roscoe y Roberts, según se sabe de sus propios testimonios.

Después de un concienzudo estudio, Sierra concluyó que las aguas del Genil eran las causantes de la inveterada falta de higiene que se padecía en Granada. Sin embargo, era el río Aguas Blancas el que realmente adulteraba las aguas del Genil, que hasta la desembocadura de aquel mantenía una calidad exquisita.

Por esta razón la propuesta consistía en captar del Genil las aguas necesarias para el abastecimiento, pero antes de su unión con el Aguas Blancas, mediante la construcción de una nueva acequia que iría desde 800 m. aguas arriba de Pinos Genil, hasta la misma ciudad.

El proyecto fracasó por dos motivos, la falta de medios económicos para llevarlo a cabo y los conflictos que surgieron para determinar los caudales que deberían ser propiedad de la ciudad.

Años más tarde, en 1876, el alcalde Indalecio Abril y León consiguió que el Cabildo aprobara una Memoria redactada por él mismo, en la que, contrariamente a lo expuesto por Sierra, afirmaba que la ciudad disponía de agua suficiente y de excelente calidad en origen y que por ello, todo cuanto había que hacer era conseguir una buena canalización interior de la ciudad, dándolas a alguna empresa que las recogiera convenientemente y las distribuyera por tuberías de hierro.

Tampoco este proyecto tendría éxito, pero esta vez por una razón diferente que acabaría convirtiéndose en una constante en ocasiones futuras, los propietarios de las casas que disponían de concesiones de aguas, por entonces las personas más influyentes de la ciudad, no estaban dispuestas a renunciar a sus viejos derechos para pagar a una empresa concesionaria, aunque se les prometiese que las aguas que recibirían serían más puras que las de su propiedad.

Quienes disponían de fuentes o aljibes propios, no estaban convencidos de que en ellos pudiesen radicar muchas de sus más frecuentes enfermedades.

El problema del agua preocupaba y mucho, de aquí que el Ayuntamiento y otras instituciones de la ciudad tratasen de encontrar la solución.

En 1880, la Real Sociedad Económica de Amigos del País, convocó uno de sus habituales concursos en los que se premiaban Memorias sobre diferentes temas e incluyó uno sobre las aguas potables de la ciudad, para el que se ofreció un premio especial que otorgaba el Ayuntamiento.

Resultó ganador D. Alejo Luis Yagüe, Catedrático de Farmacia de la Universidad de Granada, con una Memoria titulada "Análisis de las Aguas de Granada y sus contornos, publicada en 1882 y reeditada en 1988, en la que además de hacer una detallada descripción del sistema de abastecimiento de la ciudad a finales del siglo XIX, se estableció de forma definitiva cuales eran las causas de la llamada "diarrea granadina", que hacía a los viajeros abandonar la ciudad antes de perder totalmente sus fuerzas extenuados por el uso de las aguas insalubres que bebían.

Las más importantes conclusiones a las que llegaba Yagüe eran las siguientes:

1. Tanto las aguas del Genil, incluso por debajo del Aguas Blancas, como las del Darro y las restantes que llegaban a la ciudad, eran inmejorables en su origen, por sus condiciones de pureza y composición química, para ser utilizadas como potables.

2. Esta agua, sufrían una profunda alteración desde su origen hasta la ciudad, debido a no estar suficientemente protegidas las acequias que las conducían y convertirse éstas en depósito de todo tipo de sustancias perjudiciales para la salud.

3. Dentro de la ciudad al pasar por las cañerías de barro a través de las cuales se realizaba el reparto, las aguas se alteraban más aún debido a que estas cañerías estaban rellenas de depósitos de tarquín, que al entrar en contacto con las aguas las hacía inservibles para el consumo humano.

4. Debido a que cañerías del agua para beber y los darros o cañerías de agua sucias iban siempre casi enlazadas entre sí, ocurría con lamentable frecuencia que se mezclaban unas con otras, constituyendo un peligro aún más grave para la salud pública, engendrando además, cuando las cañerías se rompían, una insana humedad en la planta baja de todos los edificios.

5. La clasificación por reposo que tenía lugar en las tinajas, de las que generalmente estaban dotadas las casas, aunque conseguía evitar males aún mayores, no llegaba a ser suficiente. Tampoco las adiciones de cal, alumbres y otras sustancias que solían hacerse, llegaban a eliminar todos los gérmenes patógenos.

En su Memoria de 1876, el alcalde Abril y León ya había escrito "riquísimo en su abastecimiento de aguas, e inútil en su abundancia perdida entre infinitas cañerías de sistemas primitivos...., de grato sabor y dulce paladar, se mancha su pureza en el cieno que la enturbia, con las arenas que arrastra y las sustancias pútridas que la acompañan, y en vez de agua clara y cristalina nos surtimos de fango impropio de seres racionales".

Vemos que cuatro años más tarde Yagüe coincidía con esta exposición pero ninguno acertó con la fórmula jurídica y económica que hicieran viables sus propuestas.

Consecuencia de ello fue que en el verano de 1885, cuando el cólera parecía desterrado de toda Europa, una nueva epidemia asoló Granada, haciendo perder la vida a 5.500 habitantes, un 7% de su población y dejando secuelas sobre otras 4.800 personas más.

El alcalde Garay fue suspendido de sus funciones por su pésima actuación durante el tiempo que duró la epidemia, atribuyéndosele buena parte de las responsabilidades de la tragedia. Sin embargo, las causas eran mucho más profundas.

Todos los periódicos de la ciudad, el Defensor de Granada al frente de ellos, orquestaron una campaña denunciando las causas últimas por las que se había producido la catástrofe y proponiendo una serie de medidas para que no se repitiese en el futuro.

A juicio de los diarios granadinos, las pésimas condiciones higiénicas de la ciudad en las que se había incubado y transmitido la enfermedad eran debidas sobre todo, a la mala calidad de las aguas, a su inadecuado sistema de saneamiento, a la gran cantidad de basuras que se amontonaban en todas partes y a la estrechez de las calles en muchos barrios, que hacían menos que imposible una buena ventilación de las mismas.

Toda Europa se hizo eco de esta insólita tragedia. El periódico inglés The Times, envió a su más prestigioso reportero, A. Smith, para conocer de cerca las causas que pudieran haberla producido.

Después de una información exhaustiva, éste no tardó en coincidir con lo que aquí era ya una opinión generalizada, incluso entre científicos.

En una serie de tres artículos mostró su asombro porque una ciudad singular como Granada mantuviese un sistema de abastecimiento de aguas y de alcantarillado que hacia de ella la ciudad más insalubre de cuantas había visitado en su larga vida como reportero especialista en higiene y no dudó en señalar a aquel como responsable directo de la catástrofe.

Después de esto, cabría esperar que el Ayuntamiento encontraría una rápida solución para un problema que amenazaba constantemente las vidas de los ciudadanos de forma tan dramática. Y la verdad que no fue poca la actividad que se desarrolló para conseguirlo.

De esta época data la reanudación del embovedado del río Darro, que se comentará más adelante y la apertura de la Gran Vía. Ambas actuaciones propiciaron las dos grandes operaciones de reforma interior en la Granada de finales del XIX y principios del XX.

La construcción de la Gran Vía supuso la reordenación de 43.698,24 m^2 de la ciudad, o sea, algo más del 20% de la superficie total de la misma.

Al menos, toda esta zona quedó perfectamente urbanizada, con calles anchas y pavimentadas, con canalizaciones de aguas potables en tubería de hierro, y con una alcantarilla a lo largo de la Gran Vía, a la que verterían las aguas residuales de toda la zona.

Como resultado directo o indirecto de la apertura de la nueva vía, una tercera parte de la ciudad aproximadamente, mejoró sus servicios urbanos.

En agosto de 1886, García de Villaescusa presentó un proyecto para la conducción hasta la ciudad de las aguas potables procedentes de Alfacar. En julio de 1887, Mainfroy, en nombre de una compañía francesa, solicitó del Ayuntamiento que se le concediese el suministro de aguas a la ciudad por un periodo de 99 años a cambio de una tarifa a los particulares.

A consecuencia de estos proyectos el propio Ayuntamiento aprobó unas bases provisionales por las que habría de regirse el abastecimiento a la ciudad. La aprobación posterior de las bases definitivas y la aprobación de un proyecto para traer las aguas desde Alfacar y distribuirlas por una red completa de tuberías de hierro constituyeron nuevos pasos en la solución del problema

Desde todas partes se apremiaba al Ayuntamiento. La Academia de Medicina de Granada emitió un informe sobre las aguas potables fechado en 1887 en el que se volvía a calificar su estado como deplorable. La Real Sociedad Económica de Amigos del País convocó un nuevo concurso público sobre el abastecimiento de aguas potables a la ciudad, en 1887, resultando premiada la Memoria presentada por D. Rafael Branchat y Prada, Catedrático de Higiene de la Universidad de Granada, en la que se reiteraba todo cuanto habían dicho quienes le habían precedido.

La recién creada Cámara Oficial de Comercio e Industria criticaba al Ayuntamiento por su escaso realismo al plantearse la solución del problema mediante pro-

yectos que exigían un gran desembolso de capitales, cuya rentabilización resultaba muy difícil a causa de las innumerables dificultades de tipo jurídico que se plantearían a las posibles empresas concesionarias o al propio Ayuntamiento.

A los cinco años de la tragedia, toda la ciudad y al frente de ella su Ayuntamiento, continuaba sensibilizada con respecto al gravísimo problema de las aguas potables. Sin embargo, poco o nada se había realizado. Al proyecto de traer las aguas de Alfacar siguieron otros para conducirlas desde el Darro o desde el Genil, pero ninguno de ellos llegaba a materializarse. Una y otra vez los dictámenes encargados por el Ayuntamiento a los más ilustres letrados de la ciudad ponían de manifiesto las dificultades jurídicas que se oponían a su ejecución. Los viejos concesionarios de las aguas no estaban dispuestos a ceder gratuitamente sus derechos, y el Ayuntamiento no era suficientemente poderoso como para adquirirlos, o para privar a los mismos sin contraprestaciones que hubieran resultado difícilmente aceptables para posibles empresas concesionarias del abastecimiento.

A partir de 1890 se inició la sustitución de la vieja red de cañerías de barro, responsable de la mayor parte de los problemas sanitarios de la ciudad, por tuberías de hierro que ya habían sido instaladas en la mayor parte de las ciudades españolas. En 1892, el Ayuntamiento aprobó un proyecto para la reconstrucción de todos los **darros** de la ciudad, redactado por Manuel Sevilla, director de obras municipales, por el que se pretendía sustituir el ladrillo que venía utilizándose hasta entonces por mampostería hidráulica, que además de ser más barata impediría en lo sucesivo las filtraciones y los socavones. Otra consecuencia es que se abaratarían extraordinariamente los gastos de mantenimiento y se eliminarían al mismo tiempo las humedades, otra de las causas del pésimo estado sanitario de la ciudad.

Sin embargo, la elevada tasa de mortalidad de la ciudad, 38,3 por mil en el sexenio que siguió a la epidemia y la creciente escasez de agua que dejaba sentir, especialmente en los años de sequía, no permitía olvidarse de las viejas acequias de conducción que llegaban hasta las puertas de la ciudad.

Desde el Ayuntamiento se insistía con nuevos proyectos que permitieran una solución definitiva al problema.

En 1900 el alcalde de Rieux (Francia), vino a Granada a interesarse por el problema y hubo algunas propuestas en 1904 siendo alcalde Amor y Rico.

El ingeniero Balme propuso en 1907 impulsar desde la Vega las aguas necesarias para el abastecimiento de la ciudad, el alcalde Sánchez Puerta también en 1907 creó la Junta de Aguas potables de Granada, integrada por los más ilustres hombres de la ciudad. En 1908, Ortiz Romero ofrecía a la ciudad aguas potables procedentes del Cortijo de la Plata en Quéntar y en ese mismo año Ramón Maurell proponía utilizar directamente los manantiales de Sierra Nevada.

Adolphe Smith, el corresponsal de The Times, volvió a visitar Granada en 1903 para conocer las mejoras que se habían hechos desde la epidemia de 1885. he aquí la impresión que le había causado la vuelta después de 18 años:

> *Después de emplear seis horas en las 77 millas desde Bobadilla, llegué a la antigua capital de los moros, donde a simple vista se comprende que algo se ha hecho en la mejora de las calles. Un nuevo bulevar ha sido abierto en el centro de la ciudad, a través de callejuelas inmundas, reemplazadas hoy por una ancha vía donde penetran de pleno el sol y la luz. (....) La gente pobre que habitaba los inmuebles se ha refugiado en los barrios extremos y especialmente en el Albaicin, barrio importantísimo en tiempo de los árabes, pero que en los últimos tiempos se está quedando desierto. Fuera de esta reforma y de la creación del Instituto de Vacunación, poco o nada parece haberse realizado en el ramo de la limpieza pública en las últimas décadas.*

A mayor abundamiento, cuando el entonces Director General de Sanidad, D. Angel Pulido Fernández, publica en 1902 su "Saneamiento de poblaciones españolas", cuando se refiere a Granada escribe lo siguiente:

> *Algunas quejas que se nos han dirigido sobre las aguas que surten a la histórica población de Boabdil nos indujeron a pedir datos al Señor Alcalde que no hemos recibido aún y esto nos impide tratar de un punto importante del saneamiento de esta ciudad como precisábamos hacerlo.*
>
> *Mas para juzgar en principio de esta cuestión, por lo que se refiere al año pasado de 1900, basta consignar que tuvo 2.329 nacimientos y 2925 defunciones, es decir una disminución de 596 habitantes por baja natural, y que siendo su censo de población de 75.807 habitantes arroja una mortalidad espantable del 38,58 por mil. ¿Acaso no basta con esto para exigir saneamiento y estudio de causas de mortalidad?*

Por diferentes motivos, el equilibrio alcanzado a lo largo de los siglos entre los distintos concesionarios de las aguas que llegaban hasta la ciudad se iba quebrando

a favor de los intereses municipales. El vapor y la electricidad habían sustituido ya a la energía hidráulica en diferentes industrias.

Los nuevos cultivos de regadío especialmente la remolacha, había obligado a los terratenientes a ceder parte de su poder a los cultivadores directos. La nueva burguesía de la ciudad estaba integrada ahora por productores de azúcar, comerciantes, empresarios y funcionarios, interesados en vivir en una ciudad más confortable que la que disfrutaban hasta entonces.

La situación, por tanto, era propicia para que en cualquier momento quedase solucionado el viejo problema del abastecimiento de aguas a la ciudad.

Sin embargo, distintas circunstancias políticas retrasaron la adjudicación del proyecto de aguas potables y el consiguiente saneamiento de la ciudad. En 1916, ser realizaron nuevos estudios por el ingeniero Santa Cruz.

Durante el Directorio de Primo de Rivera, fue nombrado alcalde el Marqués de Casablanca, quién convocó un concurso público para decidir si debía tomarse el agua potable de manantiales, fundamentalmente los procedentes de Alfacar, o bien de los ríos Genil o Darro, o de ambos.

La primera propuesta estaba avalada por el Duque de San Pedro de Galatino, amigo personal del Rey Alfonso XIII e impulsor de numerosas actuaciones en Granada. La segunda propuesta fue realizada por la empresa General Eléctrica, que era la compañía que proporcionaba electricidad a la ciudad y que contaba con el beneplácito del Alcalde.

Esta segunda opción fue la que resultó vencedora, decidiéndose incorporar el agua de los ríos y no de los manantiales.

Las discusiones políticas, se dice que el Duque de San Pedro de Galatino llegó a agredir en público al Alcalde, imponiéndole el Directorio una multa de 15.000 Ptas. y creándose una suscripción popular para pagarla ya que muchos granadinos eran afines a las tesis del Duque, la escasez de efectivo en las arcas municipales y el estallido de la Guerra Civil hicieron que las obras se fuesen postergando sin remedio.

Fue en 1950 con Gallego Burin en la alcaldía, cuando se concluyeron las obras de la traída de agua desde el Genil y el Aguas Blancas, siendo también en esos años cuando se construyen las conducciones para el saneamiento.

La depuración de las aguas tuvo que esperar bastante más. El proyecto se aprobó en 1974, construyéndose las Estaciones Depuradoras de aguas residuales y los colectores y emisarios en 1987, terminándose la renovación del alcantarillado en 1991.

La conclusión de las obras correspondientes al ciclo integral del agua le había costado a Granada más de un siglo de su historia.

3.3.7.2. El problema sanitario en Granada

El cólera de 1834 en Granada, forma parte de la primera de las seis pandemias coléricas que sufrió el mundo durante el siglo XIX. Esta se inició en el sudeste asiático y se propagó al resto de Europa desde 1817 a 1838.

La enfermedad se propagó desde Bengala hasta Inglaterra afectando a toda Centroeuropa y llegó a la península por Portugal desde donde pasó a España y a Granada tras su ascenso por el Valle del Guadalquivir.

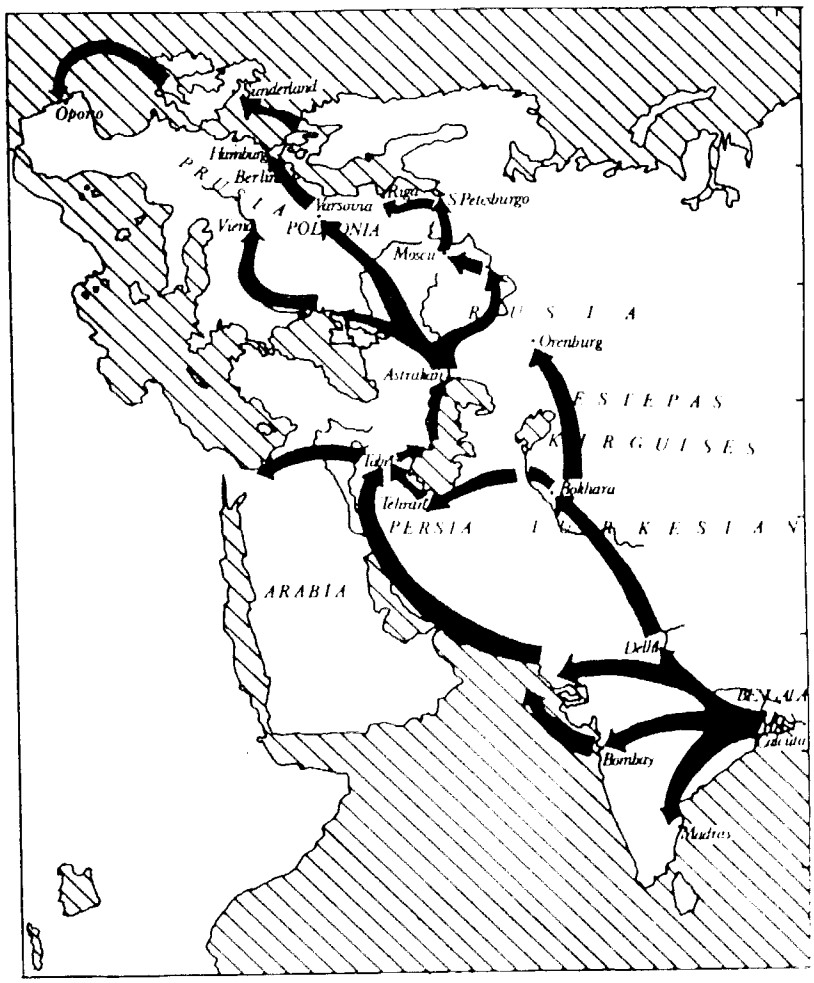
En Septiembre de 1833, inmediatamente después de poner en marcha medidas de incomunicación contra el cólera, lo que se hizo mediante una Instrucción de la Junta Municipal de Sanidad a las Diputaciones de Sanidad y guardas de puertas de la ciudad, la Junta Superior de Sanidad, solicitó a la Academia de Medicina de Granada, un informe sobre las precauciones a adoptar para prevenir su existencia y combatirlo si llegara a presentarse.

Granada padeció dos brotes epidémicos, uno invernal y otro estival en la ciudad y en puntos de la provincia.

Parece ser que esta primera explosión epidémica pudo ser importada desde Motril o desde Málaga, ciudades que la padecían desde diciembre de 1833.

El cólera se extendió desde el 10 de enero hasta el 4 de abril en que fue levantada la incomunicación tras un dictamen médico de total desaparición de la enfermedad emitido el 24 de marzo.

El segundo brote epidémico en Granada parece obedecer a un rebrote del cólera latente en la ciudad durante la primavera, como lo corroboran las estadísticas de mortalidad, entre el 15 y el 20 de mayo, ayudado por el regreso



Difusión de la primera Pandemia colérica desde Bengala a la Península Ibérica. 1817-1833. Fuente: Morris (1976)

de gran cantidad de población que abandonó la ciudad durante el primer brote.

La eclosión colérica del verano de 1834 en Andalucía fue de tal magnitud que el Gobierno de la nación dispuso desde el 19 de junio, la formación de un gran cordón sanitario para aislar toda la región, desde Fregenal de la Sierra a Cartagena, estableciendo una segunda línea de observación en el Tajo con centro en Ocaña.

En la ciudad de Granada, el cólera duró hasta los primeros días de septiembre, tras haber alcanzado un máximo en julio.

En una población estimada de 66.821 habitantes, la tasa de mortalidad fue del 34 por mil.

BANDO.

LA JUNTA MUNICIPAL DE SANIDAD

DE ESTA CAPITAL EN CUMPLIMIENTO DE LAS ÓRDENES COMUNICADAS por la Superior de la Provincia en beneficio de la seguridad de la salud pública, y penetrada de la necesidad urgentísima de que las casas y calles de esta Capital tengan un total aseo, pues es el medio preservativo mas eficaz para evitar en lo posible el que pueda ser contagiada con el cólera morbo, ha acordado se haga saber á todas las personas estantes y habitantes en ella, observen inviolablemente las reglas siguientes.

1.° Se observará cuanto está prevenido en el bando que con el mismo objeto se publicó en 28 de Agosto próximo anterior.

2.° Todos los fabricantes de velas de sebo, guiferos, mondongueros y demas personas de ambos sexos que estén dedicadas á estos tráficos, trasladarán precisamente sus elaboraciones á sitios estramuros de la ciudad inmediatamente segun está mandado por la Junta superior; en la inteligencia que el que no obedezca será lanzado á su costa sin perjuicio de proceder contra él á lo demas que haya lugar por su inobediencia.

3.° Se prohibe que en la pescadería se venda bacalao en remojo ni que en las casas se tenga dicha especie, bajo la pena al contraventor de perder el género, veinte ducados de multa aplicados á gastos de Sanidad, sin perjuicio de que se les forme la oportuna causa mediante á estar vigente esta prohibicion desde Abril del año próximo pasado.

4.° Se prohibe absolutamente que ningun vecino vacie á la calle ni al rio aguas sucias ni por los caños llamados migeros ni tampoco viertan en los depósitos ó claveles de que resultan las emanaciones pestíferas que dañan la atmósfera y son causa de las enfermedades; y al efecto los dueños de las casas que no tengan sumideros y latrinas, harán construir unos y otras en el término preciso de ocho dias contados desde hoy, bajo la inteligencia de que pasado dicho perentorio é improrrogable término se procederá á egecutar las obras á costa de los mencionados dueños, y para su pago se embargarán los alquileres, y hasta las fincas se sacarán á subasta sin perjuicio de proceder á lo demas que haya lugar por su inobediencia.

5.° Para los vecinos de los barrios del Albaicin y Alcazaba que por la falta de agua corriente no pueden tener comunes, se formarán inmediatamente alcantarillas públicas, las cuales deberán limpiarse dos veces á la semana.

6.° Que en las cárceles, hospitales, cuarteles, colegios, escuelas de primeras letras, de latinidad, casas de pupilos, posadas y demas establecimientos que contienen mayor reunion de individuos que en las casas particulares, haya el mayor esmero en el aseo y limpieza, bajo la inteligencia de que se celará esactamente por los mismos Vocales de la Junta Municipal y dependientes que nombrará al efecto, haciendo visitas domiciliarias para inspeccionar por sí este particular tan interesante á la salud pública, recayendo la responsabilidad de la menor omision respectivamente sobre el Gefe del establecimiento á quien segun su clase y circunstancias se le impondrá la pena que haya lugar, siendo la primera la de diez ducados que indistintamente recaerá sobre cualquiera contraventor.

7.° Se prohibe bajo la multa de veinte ducados, con aplicacion á gastos de Sanidad ó en su defecto al que no los tenga un mes de cárcel, que bajen al rio Darro á hacer sus necesidades corporales por ningun punto de él, y en la misma pena incurrirán los que lo ejecuten en la puerta del Sagrario, palacio Arzobispal, placeta de las Paciegas y cualquiera otro sitio público, comprendiendo esta determinacion á toda persona sin escepcion, siendo responsables los padres de las operaciones de sus hijos en esta parte, y lo mismo los vendedores de frutas en dicha placeta, plaza de Vivarrambla, Pescadería y demas parages donde se encuentren inmundicias inmediatas á los puestos que ocupan, pues la esperiencia tiene acreditado que ellos mismos son los causantes de semejante asqueroso y perjudicial abuso y contrario al mismo tiempo á la decencia pública, por lo que los susodichos cuidarán del aseo y limpieza de los espresados parages pues en caso contrario sufrirán las penas establecidas, ademas de hacer la limpieza á costa de los mismos.

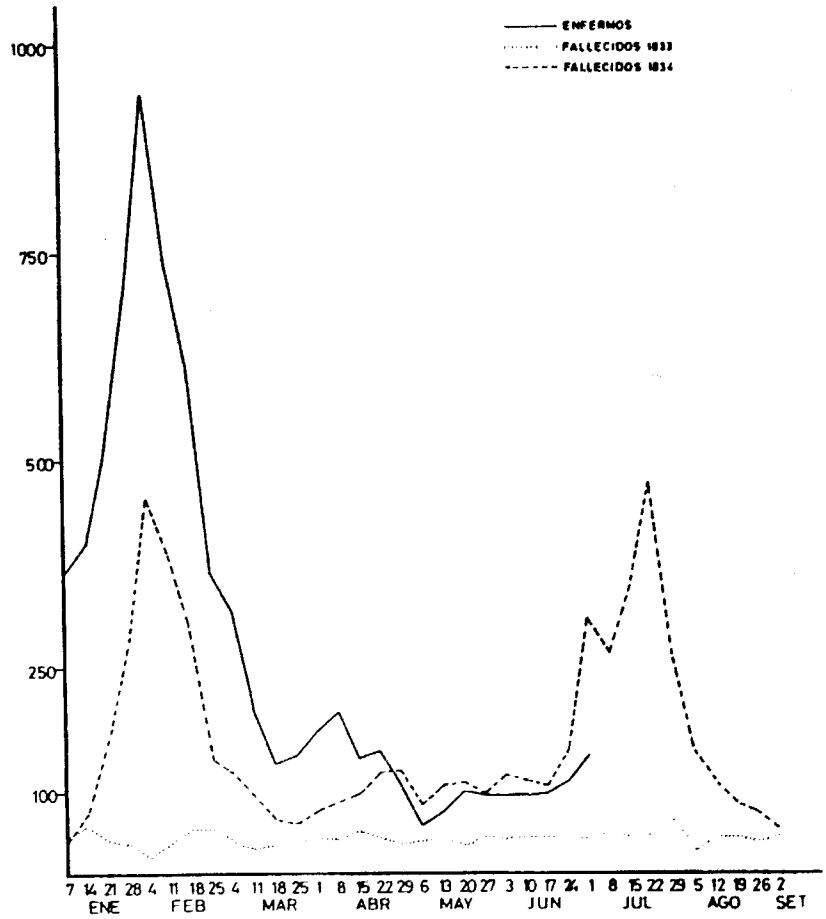
8.° En la galería del pescado, carnicerías y demas puntos donde haya puestos públicos inclusos los de la plaza Vivarrambla habrá el mayor aseo y limpieza, sin permitirse que los vendedores ó vendedoras tengan dentro de la casilla á sus hijos para cuidarlos, peinarlos ni otras operaciones que deben ejecutar en sus respectivas casas: dicha galería del pescado y carnicerías se blanquearán inmediatamente á costa de los vendedores y cortadores siendo responsables los alcaides ó encargados de dichos locales, sino se ejecuta esta determinacion en el término de veinte y cuatro horas, entendiéndose lo mismo con la casa matadero, y al contraventor en cualquiera de los particulares contenidos en este artículo se le impondrán por la primera vez veinte ducados de multa para gastos de sanidad.

9.° Se prohibe la estancia en esta Capital de mendigos que no sean vecinos de la misma y al que se encuentre dentro de tercero dia de publicado este bando será conducido á la cárcel y trasladado á su pueblo por tránsitos.

Y para que llegue á noticia de todos y ninguno pueda alegar ignorancia se fija el presente en Granada á de Setiembre de 1833.

El Conde de Puerto-hermoso.
Presidente.

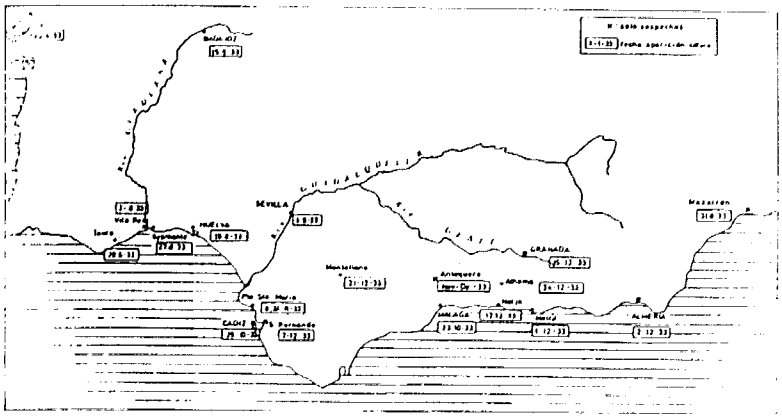
Por mandado de su Sría.
Mariano José Ortega,
por D. Mariano de Zayas.
Secretario.



Evolución del número de enfermos, enfermos y muertos por semana. Granada, 1833-1834

Evolución de la Tasa de mortalidad Granadina
(en tanto por mil)

	1880-1900	*1915*	*1920*	*1925*	*1930*
Granada capital	41,00	29,20	28,5	19,6	19,2
Granada provincia	35,43	24,34	26,0	19,9	17,7
Media capital prov.	–	24,98	28,1	21,7	19,5
Media nacional	29,94	22,07	23,8	19,7	17,2



Primer brote de cólera en Andalucía, 1833. Fuente: AAMC 1; AAMG 4, 13, 14, 17, 34 bis, 39, 40, 42, 45, 45 bis y 53; AAMS Leg. 1833-2; AMG 7, 8, 9 y 10; DPSC 1, 11; EXTRACTO... (1834); GONZÁLEZ SAMANO (1858); MORENO Y FERNÁNDEZ (1855); BOPG 1

Tras los ocho meses de epidemia, la Academia de Medicina extrajo unas conclusiones terriblemente desoladoras: desconocimiento del modo de propagación e impredecibilidad de la misma, influencia universal del agente atmosférico de naturaleza desconocida, inutilidad de cuarentenas y medidas de incomunicación,...

En cuanto a los tratamientos se constató que incluso los empíricos e irracionales conseguían curaciones. En el terreno estrictamente médico el cólera significó confusión, divergencia entre los profesionales y miles de fallecidos.

Como ya se ha descrito con anterioridad, cuando ya parecía desterrado de Europa y se conocían sus causas y tratamientos, en el verano de 1885 una nueva epidemia asoló la población causando 5.500 muertes, un 70 por mil de la población y con las consecuencias relatadas.

Aún teniendo presente todo lo anterior, la realidad es que las mejoras en las infraestructuras sanitarias de la ciudad realizadas a finales del XIX y en el primer tercio del siglo XX, hicieron que la tasa de media de mortalidad evolucionase hasta situarse en el rango del resto de capitales de provincia.

3.3.7.3. El ensanche interior de Granada. El embovedado del río Darro

Ya se ha descrito que la gran obra que el Ayuntamiento acometió a finales del XIX como importante e incluso decisiva en la mejora de la salubridad de Granada fue el embovedado del rio Darro, y en ella invirtió buena parte de sus escasos recursos.

El río y las casas circundantes se habían convertido en el chivo expiatorio de la ciudad. Entre los males que se le achacaban estaban la suciedad, los malos olores y los problemas sanitarios, aunque con anterioridad se ha visto que estaba demostrado que estos tenían otra procedencia.

Un argumento que también pesó para justificar su embovedado fue impedir los desbordamientos del rio, se comprobó en varias ocasiones la falsedad del mismo ya que varias veces las crecidas se tradujeron en peligrosos reventones de la bóveda en 1839, 1884, el 14 de mayo de 1887 y el 12 de septiembre de 1951.

Sin embargo, las autoridades tenían otros argumentos de peso para justificar una obra de esta magnitud.

Durante estos años existía una creciente preocupación en el Ayuntamiento por dar trabajo a jornaleros y obreros desocupados. Los trabajadores comenzaban a organizarse en algunos países europeos y los movimientos comunistas "utópicos" encontraban su caldo de cultivo en el descontento popular.

Las obras públicas, incluidos los derribos de los conventos provenientes de la desamortización de 1836, constituían socorridas medidas para mantener ocupados a los trabajadores, particularmente en épocas de crisis económica o de paro estacional.

Pero es que además este tipo de planes de ensanche interior, es contemporáneo de los de Haussmann en París y uno de los primeros de España, tenían una clara vertiente en lo referente al orden público.

Ildefonso Cerdá, paradigma del urbanista comprometido con la resolución de los problemas sociales, con la mejora de las condiciones de vida de las clases populares y conocedor de este aspecto de la reforma interior, en su "Teoría de la Construcción de Ciudad" decía: "Se decreta la apertura de algún nuevo crucero en la parte más laberíntica de la población con el pretexto de mejorar sus condiciones higiénicas pero con la mira real y positiva de ametrallar con más

facilidad las masas cuando quieran dar nueva expansión a sus sufrimientos". Aún afirmando lo anterior, Cerdá, era partidario de este tipo de planes, como reconoce en su "Teoría General de Urbanización", pues aunque la ciudad heredada había ido adaptándose a las necesidades de las distintas épocas, no era posible hacerlo a las que reclamaba la emergente sociedad industrial. Además, según el urbanista, estas medidas junto a la creación de nuevos barrios extramuros, los ensanches, permitirían conjurar el peligro de la revolución.

El embovedado del Darro además permitía la expulsión a la periferia de los antiguos moradores de la "Riberilla", buena parte de ellos artesanos y obreros que no iban a poder costear los precios de las nuevas viviendas.

La burguesía granadina se apropiaba así de una amplia franja del centro urbano próxima a las instituciones neurálgicas en la ciudad. La calle Reyes Católicos y Puerta Real, espacios resultantes del embovedado, se convertirán en los lugares predilectos de los granadinos para pasear, tomar café o hacer compras.

Marx, que al igual que Walter Benjamín habían criticado las reformas de Haussmann como método de control policial, denunció también su "vandalismo, que arrasó el París histórico, para dejar sitio al París de los ociosos".

Granada, no era París pero la afirmación era perfectamente extensible.

Durante los siglos XVI y XVIII, se habían cubierto Plaza Nueva y Puerta Real, aunque fueron dos intervenciones puntuales algo más ambiciosas que la escueta construcción de sus puentes.

El proyecto de un embovedado completo del Río y la formación de una espaciosa calle sobre él la planteó, como ya referimos, el Conde de Montijo, Capitán General de Granada, durante el Sexenio Absolutista (1814-1820), aunque fue abandonado en 1819 al ser destituido de su cargo pues resultó estar al frente de la organización masónica Gran Oriente.

A partir de 1833 vuelve a plantearse el embovedado, redactándose proyectos de diferentes tramos, e incluso barajando la alternativa de desviar el río a los pies de la Cuesta del Chapiz y hacerlo pasar por debajo de la Alhambra. El alto coste del proyecto, 462.500 pesetas, frente a las 68.200 pesetas del embovedado hace que se descarte de inmediato.

El embovedado se iniciará en 1854 trabajándose en el tramo entre Puerta Real y el Puente del Carbón, terminándose en 1858.

Su continuación hasta Plaza Nueva no se hará hasta 1867, con una importante paralización durante el Sexenio revolucionario (1868–1874) retrasándose su continuación por las dificultades económicas del Ayuntamiento. Es en 1884 cuando se enlaza con Plaza Nueva conformando la calle Reyes Católicos tal como conocemos.

Por otra parte, en 1866 se había aprobado el proyecto del Ingeniero Felipe Mingo para cubrir el tramo comprendido entre Puerta Real y el Puente de Castañeda, la actual Acera del Casino, comenzándose unas obras que se hubieran querido empezar en 1858 y que retrasaron la falta de presupuestos.

El último tramo hasta su conexión con el río Genil se inició poco antes de la guerra civil, terminándose al principio de los años cuarenta del siglo XX.

La reforma interior del embovedado, propició la nueva de la Gran Vía que, al margen de las mejoras higiénicas evidentes, supuso una nueva destrucción de la medina musulmana y no evitaron la creación de nuevos barrios de ensanche a mediados del Siglo XX.

Durante todos estos años el Ayuntamiento sepultó buena parte de sus exiguos presupuestos en el Embovedado, mientras las redes de abastecimiento y saneamiento siguieron en estado lamentable.

3.3.8. *El caso de Sevilla*

A partir de Enero de 1901 y durante once números consecutivos, en esa época era semanal, la Revista de Obras Públicas, publicó toda la Memoria del Proyecto de Alcantarillado de Sevilla redactado por el ingeniero José Ochoa y Parias.

La ejecución de la obra y su posterior explotación, había sido subastada y adjudicada el 24 de agosto de 1899 y en la fecha de la publicación en la Revista la propietaria de los derechos era la Compañía Anónima Sevillana de Saneamiento y Urbanización.

En el contrato se establecía que además del alcantarillado público debía realizarse el saneamiento particular de las viviendas, debiendo simultanearse ambas obras.

En los antecedentes de la Memoria J. Ochoa decía que "las obras de saneamiento interior de las casas, reglamentadas y declaradas obligatorias por acuerdo el Excmo. Ayuntamiento de Sevilla, se fundamentan en los mismos principios de canalización pública y no sólo alcanza el debido establecimiento de las bajantes y conductos por el buen régimen de continuidad y rapidez de la evacuación con circulación permanente del aire, sino que, como es de razón, determinan el conveniente establecimiento de los Water-closset".

Las fincas urbanas de Sevilla en la época eran 10.620 casas a las que había que sanear.

El modelo elegido por Ochoa en Sevilla fue el alcantarillado de Bilbao de Recaredo Uhagón ajustándose a él "los fundamentos y el detalle de las obras".

El saneamiento público se acoge al modelo "Tout à l'egout", comprendiendo las obras 15 kms. de canalizaciones y 1.250 cámaras de descarga. Las canalizaciones eran de gres hasta los 40 cms. de diámetro y de hormigón "Rock-Concrette" para diámetros mayores y ovoides.

La pendiente mínima era del 2 por mil y la velocidad nunca menor de 0,60 m/segundo.

Por lo que respecta a la depuración de las aguas residuales en Sevilla se proyectó una planta patente Cameron.

El ciclo al que se sometían los 22.500 m^3 de caudal diario era el siguiente, un tratamiento mecánico de decantación, a continuación se hacía pasar el agua por seis cámaras anaerobias con una superficie de 1.500 m^2 cada una y una profundidad de 2,5 m. y finalmente se llevaba el caudal a los lechos aerobios de oxidación, que constaban de 32 unidades de 784 m^2 cada una.

Con fecha 29 de junio de 1901, el Presidente de la Liga de Propietarios de Sevilla, Conde de Santa Bárbara, presentó en el Ministerio de la Gobernación un escrito denunciando que la Compañía de Saneamiento y Urbanización estaba realizando trabajos de alcantarillado, no obstante las protestas de la opinión y las reclamaciones de los propietarios, amparada en la concesión que el Ayuntamiento le había otorgado.

En el escrito la Liga reconocía la necesidad del alcantarillado pero deseaba que éste fuese "de verdad" y que cumpliese los fines de la higiene pública, cosa que según los propietarios no se conseguía con el proyectado en Sevilla. También protestaban porque tenían dudas de sí el expediente se había tramitado con todos los requisitos administrativos previsto en las leyes y reglamentos. Se hacía también referencia en el escrito, y pensamos que podía ser la parte más importante para la Liga, al canon que como consecuencia de las obras deberían de pagar así como a los costes de explotación, objeto también de la subasta.

Desde el punto de vista jurídico, la sección correspondiente de la Dirección General de Sanidad, dictaminó que las obras según la Ley Municipal eran competencia exclusiva del Ayuntamiento y que se habían cumplido los trámites señalados en la Ley General de Obras Públicas de 13 de Abril de 1877 y en su Reglamento y en el Real Decreto de 4 de Enero de 1883 sobre Contratos de Servicios Municipales y Provinciales. Como el Proyecto inicial había sufrido modificaciones y todavía no se había tramitado el mismo con los informes favorables de las Juntas Local y Provincial de Sanidad, el Ministerio acordó nombrar un Delegado Sanitario para que apreciase todas las cuestiones que tuvieran referencia con la salubridad pública.

El Ministro nombró como Delegado al Director General de Sanidad, D. Angel Pulido Fernández.

La visita a Sevilla se realizó durante los días 10 al 26 de septiembre de 1901, emitiendo una Memoria de más de 400 páginas que se publicó en 1902.

La Memoria es un espléndido trabajo sobre la situación sanitaria en Sevilla, y del resto de las ciudades españolas y europeas, sobre los sistemas de alcantarillado y sobre los modernos sistemas de depuración biológica.

El índice de la misma en sus aspectos más técnicos era el siguiente:

- Estudio higiénico de Sevilla.
  - Bibliografía sanitaria de la ciudad.
  - Composición del subsuelo de Sevilla.
  - Abastecimiento de aguas en Sevilla.
  - Alturas del suelo en Sevilla.

- Cursos de agua que la inundan.
- Aguas pluviales.
- Abastecimiento de aguas.
- Evacuación de aguas residuales.
- Estancación de aguas.
- Mortalidad en Sevilla.

• Necesidad de Saneamiento de Sevilla.
- Perjuicios sufridos.
- Exigencias higiénicas de Sevilla.
- El sistema Waring de alcantarillado.

• El proyecto de Saneamiento.
- Base científica.
- Saneamiento interior.
- Saneamiento exterior.
- Depuración biológica de aguas.
- Opinión general en Sevilla.
- Concepto oficial y técnico.
- Razones de la Liga de Propietarios.
- Conclusiones del estudio.

Las alegaciones técnicas de la Liga de Propietarios eran de muy distinta naturaleza, fundamentalmente, poca sección de los conductos, ellos pensaban en los grandes colectores visitables de París ó Londres no necesarios en Sevilla e impensables en la misma por su trazado urbano, el peligro que suponían para las viviendas la excavación de zanjas y fundamentalmente su escepticismo sobre la depuración biológica. Solicitaron que se mantuvieran los pozos negros en las viviendas, ya que eran una propiedad privada y dudaban que el sistema pudiese funcionar, pues las cámaras de descarga proyectadas necesitaban agua y el agua en Sevilla, gestionada por una Compañía inglesa, era escasa.

D. Angel Pulido, se reunió con todas las partes, con la Liga de Propietarios, con D. José Ochoa, director de la compañía y autor del Proyecto y con profesionales de la ingeniería y de la sanidad.

Al final emitió las siguientes conclusiones:

1. Sevilla no tiene la cantidad de agua que necesita; la que tiene no es pura porque la de los caños de Carmona, que abastece al servicio público, recibe graves impurificaciones a su paso por la ciudad de Alcalá de Guadaira, las cuales debe y puede evitar el Ayuntamiento.

2. El subsuelo de Sevilla en su mayor parte es impermeable y está infecto en grado peligroso, humedecido a saturación, en algunos puntos hasta pantanoso, por las corrientes de aguas negras y las filtraciones de pozos y cloacas antiguos, al extremo de que aquellas rezuman por el suelo, anegan los sótanos y empapan los muros de las fincas bajas.

3. La mortalidad en Sevilla ha venido creciendo durante los últimos cuatro lustros, habiendo adquirido una proporción anual media del 42 por mil durante el decenio 1890 al 99, la cual ha llegado en algunos años al 50 por mil, cifra que aproxima esta ciudad a las poblaciones mortíferas de la India azotadas por la peste y el cólera.

4. Sevilla ha perdido por esto, durante los últimos once años, además de la proporción que corresponde a la mortalidad media fisiológica, del 20 por mil, una población de 31.024 habitantes y con ello una riqueza positiva tasada muy por lo bajo, y teniendo en cuenta las distintas clases de intereses que se relacionan inmediatamente con el problema de salubridad pública, se pueden calcular que se aproximará a cien millones de pesetas.

5. La necesidad imperiosa, sentida generalmente y sin excepción de sanear la ciudad, ha inducido a presentar el actual sistema de saneamiento que consta de dos partes esenciales:

   1.º Una red de canalización y colectores, para evacuar de la ciudad los excretos líquidos y

   2.º Unas cámaras de depuración bacterianas, sistema mixto anaeróbico y aeróbico, depósitos de bacteriolisis y filtración para purificar lo

evacuado. La primera parte está ya en construcción y la segunda corre trámites para ser aprobada.

6. La red de canalización ha sido aprobada conforme previenen los más modernos y adelantados preceptos del sistema iniciado por Waring, cuyo empleo es hoy general y le recomiendan como excelente los dictados de la ciencia y la práctica de numerosas y grandes poblaciones, empezando por capitales como Berlín, Londres, París, Boston, etc.

7. El proyecto de cámaras de depuración bacterianas, a su vez, se ha inspirado también en la expresión más acabada y aceptable que hoy presenta este sistema purificador de aguas residuales, premiado en París con la medalla de oro de la Exposición de 1900, ponderado en Inglaterra y aceptado en Alemania y Estados Unidos como el más económico, natural y conveniente entre todos los conocidos para las poblaciones.

   Así por consecuencia, es de estricta justicia reconocer y declarar que este proyecto de saneamiento ha inspirado sus dos partes esenciales en la manifestación más adelantada y científica que hoy registra la higiene pública.

8. Por la estructura de la ciudad, la estrechez de sus calles, la tortuosidad de sus barriadas y la grande extensión relativa que ocupa Sevilla, cuya densidad es de 350 habitantes por hectárea, está en absoluto imposibilitada de sanearse con alcantarillas visitables, las cuales además de ser económicamente irrealizables, tampoco conducen a ningún fin útil para su saneamiento y necesidades urbanas. Por esto Sevilla tiene que sanearse necesariamente con arreglo a fundamentos como los del proyecto aceptado y puesto en ejecución, previa subasta pública, y con estricta sujeción a las disposiciones vigentes, como se ha hecho.

9. El proyecto de canalización aprobado por el Ayuntamiento tiene ya todos los trámites técnicos que la Ley señala, acredita con sus Memorias haber sido hecho con un estudio minucioso y delicado de cuantos requisitos científicos exige un proyecto de su índole, ha merecido la aprobación y el aplauso general, sin discrepancia, de cuantas comisiones y autoridades los han informado, y solamente requiere que una buena construcción en las obras y una perfecta atención a sus funciones no malogren ni desnaturalicen sus cálculos y fundamentos.

10. Las objeciones que ha puesto la Liga de Propietarios contra su valor sanitario resultan, luego de bien estudiadas, ser de escasa importancia, tienen cumplida y clara contestación y no anulan las muchísimas y experimentales informaciones científicas y prácticas que garantizan la bondad del sistema. No procede, por lo tanto, estimarlas como aceptables, y en todo caso las deficiencias que pudieran resultar con el tiempo, si resultasen, tendrán seguramente otro más acertado y no previsto fundamento.

11. Inutilizaría completamente toda la eficacia del saneamiento y sería un contrasentido censurable que rechazaría el más sencillo examen, conservar en casas y calles los **pozos negros** y su función por donde se vaya tendiendo la canalización nueva.

    Además de que hay imposibilidad material de que esto sea en la mayor parte de la ciudad, pues ha de haber o pozos o canalizaciones en las estrechas calles de Sevilla. Lo ineficaz que resultaría toda obra de higiene y la necesidad absoluta de desecar y purificar el subsuelo, obligan a **ser inflexibles en este principio**, porque la malísima construcción y el extraordinario número de pozos en Sevilla son un foco repugnante y peligroso de infección que urge destruir por el bien público.

    Es, por consiguiente necesario que el Ayuntamiento, teniendo en cuenta de que se trata de un punto esencial para la higiene pública, acerca del cual no se puede transigir, procure se cumpla lo dispuesto por él mismo, de que los propietarios acometan, y además viertan, no solamente las aguas sucias, sino también las materias fecales, a la canalización, cuando ésta pase frente a sus fincas, y que la Compañía de Saneamiento destruya en absoluto los pozos negros como anticuados y peligrosos.

12. Los **análisis** hechos en las **aguas del Guadalquivir** y en las que vierten los husillos actuales que polucionan el río, el estudio de las proporciones de las mezclas entre unas y otras durante el estado de estiage y de crecidas avenidas, más es de los pueblos, habitantes y usos que utilizan las aguas del río, todo permite tolerar temporalmente que la Compañía de Saneamiento, vaya recibiendo desde luego, conforme al sistema "tout à l'egout", los excretos todos de las viviendas, pasando de éstas a la canalización directa e inmediatamente, sin intermediarios ni interrupciones, circulando rápidamente por el interior de las fincas y la canalización

pública para verterse en el río, ínterin se realizan las obras para la depuración de las aguas en las cámaras apropiadas, completando la finalidad del saneamiento total de Sevilla.

13. El emplazamiento señalado para las **cámaras de purificación bacteriana** en Miraflores debe ser sustituido por otro, en el lugar de la Barqueta o sus inmediaciones, como sitio más conveniente una Comisión compuesta del Ingeniero autor del proyecto don José de Ochoa, el Ingeniero Jefe de las Obras del Puerto, un Catedrático de la Escuela de Medicina y otra persona competente designada por el Ayuntamiento precisará con el debido estudio, el punto mejor indicado y conveniente para hacerlo, procediéndose en consecuencia, por la Compañía concesionaria a la reforma del proyecto que con fecha 1° de agosto de 1900 fue presentado en este Ministerio, y que será de nuevo presentado y tramitado con la urgencia que requiere la importancia del asunto.

14. Es en absoluto indispensable que el Ayuntamiento **provea de agua** a la Compañía de Saneamiento, cumpliendo urgentemente como servicio obligatorio y de primera necesidad el compromiso adquirido por la base 13 de la concesión, porque es evidente que si la canalización no dispone de las descargas de agua que necesita, flaquea por su base, no se obtiene el saneamiento apetecido, se impone a la ciudad un gasto y tratamiento ineficaces, y subsiste en Sevilla su estado actual de retención fecaloide, a todas luces perjudicial.

15. El Ayuntamiento nombrará una inspección técnica para que inspeccione con toda independencia y pericia la construcción de las obras, custodie los intereses sanitarios de la ciudad ante los descuidos de la Compañía, y vigile el perfecto cumplimiento de las condiciones contratadas y la buena función del alcantarillado, dictaminando en todos los asuntos que a éste servicio se refieran con la necesaria urgencia para no lesionar intereses de ninguna clase a la ciudad ni a la Compañía.

16. La Dirección General de Sanidad cree, como resultado del estudio, que la obra de saneamiento del subsuelo acometido en Sevilla es un adelanto claro y resueltamente laudable, con el que mejora la salud pública de la ciudad, contribuye con Bilbao a iniciar una etapa importantísima en las poblaciones españolas y que de ser imitadas por ésta, se lograría rebajar la espantable mortalidad del 30 por mil que hoy sufre la nación toda,

arrebatando anualmente cerca de 200.000 vidas más de las que debieran perder el censo nacional.

Las conclusiones de la Memoria, terminan con el deseo que la Compañía de Saneamiento de "facilidades de pago y estímulo de adhesión a los vecinos de toda la ciudad, sin cuya persuasión y simpatía aún los más vitales servicios se hacen imposibles" y la propuesta, conocida la situación en la totalidad de las ciudades españolas, de promulgar una **Ley especial sobre abastecimiento de aguas de consumo, evacuación de las residuales y protección de las corrientes**, que debía ser redactada por la Dirección General de Sanidad, "teniendo en cuenta las indicaciones últimas del Real Consejo de Sanidad del Reino, lo propuesto por el Ayuntamiento de Bilbao y lo que la competencia le aconseje", debiendo entregarle en un breve plazo al Gobierno para que la eleve en su día a las Cortes para su aprobación.

El estudio fue aprobado y asumidas sus conclusiones, por una Real Orden del Ministerio de la Gobernación de fecha 10 de marzo de 1902 y otra del día 12 de marzo autorizaba su impresión.

El mismo Director General, D. Angel Pulido, por una Resolución suya del día 14 de marzo comunicó al Ingeniero de la Compañía D. José Ochoa que le autorizaba a distribuir de forma gratuita la Memoria.

3.3.9. *El caso de Málaga*

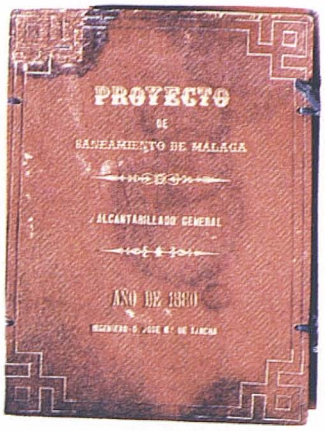
El primer proyecto de saneamiento integral de Málaga fue redactado por el Ingeniero de Caminos, José Mª de Sancha Valverde en 1880, adelantándose 10 años al proyecto de Barcelona de Pedro García Faria.

El proyecto de una gran calidad técnica está influido como casi todos los de la época de las teorías de Ildefonso Cerdá y concilia los aspectos de estricta técnica de alcantarillado con propuestas urbanísticas, apertura de calles, alineaciones y otras.

Los grandes colectores los diseña visitables, al uso de algunas capitales extranjeras, y para el sistema de depuración proponía el riego del terreno, utilizando para la ello la Vega del río Guadalhorce.

El presupuesto de la obra ascendía a 4.036.205,59 Pesetas.

Este proyecto se conserva en el Archivo Histórico Municipal de Málaga, habiéndose publicado en 1998 por Miguel Olmedo Checa, un estudio sobre la vida profesional del ingeniero, ocupándose en una parte del mismo del proyecto de saneamiento.

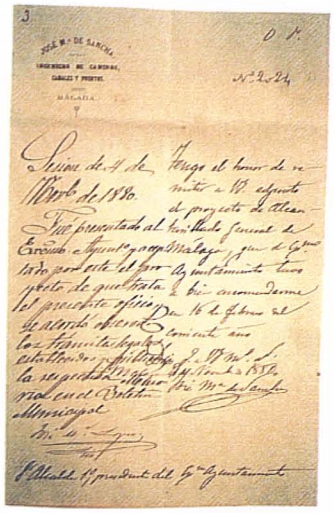


Portada del proyecto de Alcantarillado General

Como ya hemos desarrollado al hablar de Sevilla, en Septiembre de 1901 y una vez terminado el informe sobre el proyecto de alcantarillado de esta ciudad, D. Angel Pulido, Director General de Sanidad, se trasladó a otras ciudades andaluzas y entre ellas a Málaga.

El 24 de septiembre de ese año y con motivo de esta visita se reunió allí la Junta Provincial de Sanidad.

Durante la sesión, y entre otras cuestiones, el Presidente del Colegio de Médicos de Málaga, se refirió al alcantarillado, afirmando que el mismo no reunía las debidas condiciones higiénicas, y continuó diciendo que el proyecto redactado por Sancha se había quedado anticuado y era necesario redactar otro nuevo.

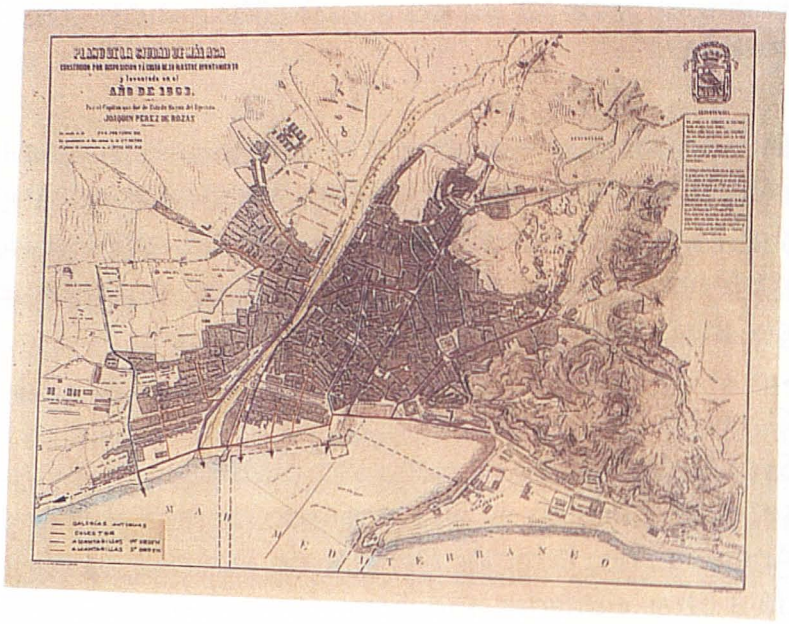


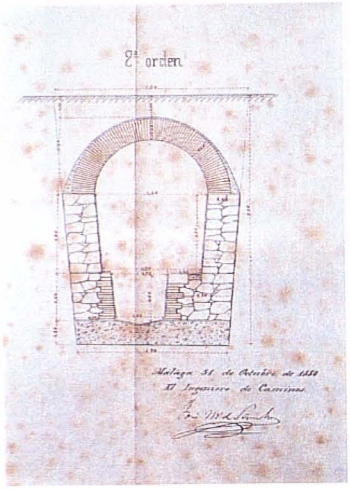
Oficio de Sancha remitiendo al Ayuntamiento el proyecto de Alcantarillado General

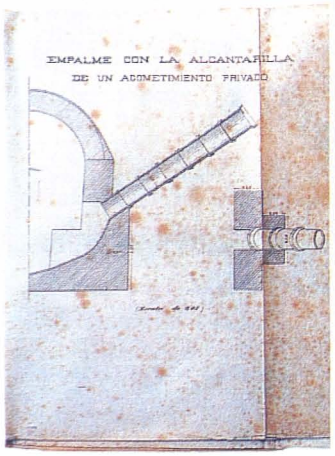
El presidente de los Médicos, afirmaba que aunque el clima de la ciudad era de un natural higiénico, era necesario cuidarlo mediante este tipo de actuaciones ya que la ciudad era muy visitada por personas del norte de Europa, cuyas ciudades contaban con índices de mortalidad del 14 por mil, cuando aquí eran mayores del 50 por mil.

Aún así, la obra siguió sin ejecutarse, ya que en el año 1905, 25 años después de redactado el proyecto de José Mª de Sancha, aparece en la Revista de Obras Públicas una noticia sobre la presentación por el alcalde Dr. Martín Gil de una nueva Memoria sobre el asunto.

Reconstrucción de la planta del proyecto de Alcantarillado







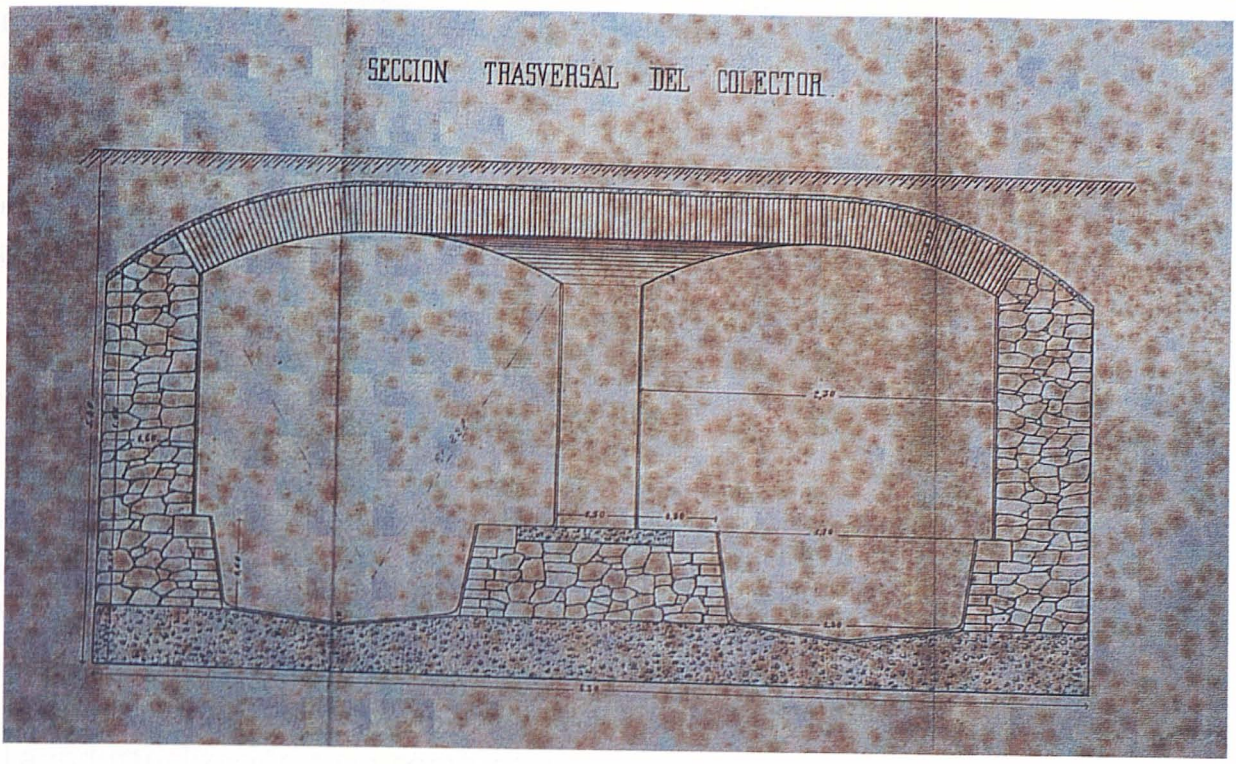
Detalles del Proyecto de Alcantarillado

El Dr. Martín Gil, pertenecía ya en 1901 a la Junta Provincial de Sanidad, pues figura como vocal de la misma en el Acta de la sesión de 24 de septiembre ya citada.

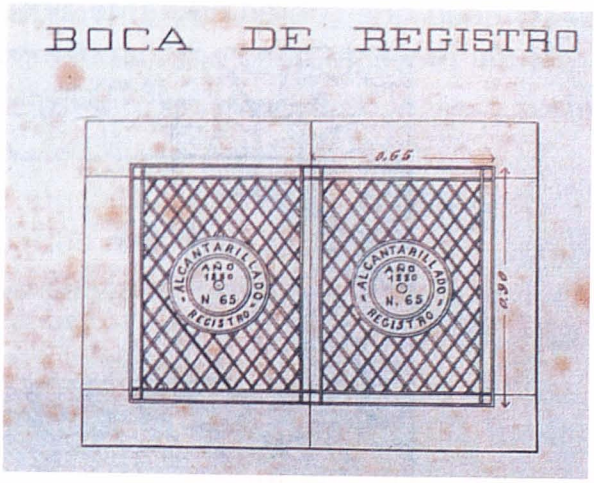
El nuevo proyecto con un presupuesto superior a los 8.000.000 pesetas, comprendía un sistema de alcantarillado general de forma tubular, impermeable de cemento, una casa de máquinas que elevaban el agua del mar hasta el Cerro de Gibralfaro, en donde se recogía en varios depósitos para descargas periódicas por todo el alcantarillado y riego de la vía pública.

El proyecto se completaba con un crematorio de basuras de la ciudad, aprovechando el calor producido por este combustible para elevar el agua del mar hasta Gibralfaro.

Para llevar a cabo esta obra se pensaba crear una Junta de Saneamiento. Esta Junta tendría como cometido la dirección, administración e intervención de todas las actuaciones y la formaría, el Alcalde, como Presidente, un número reducido de Concejales, otro



Sección del Colector



Detalles del Proyecto de Alcantarillado

Tapaderas de registro fabricadas en París que aún continúan colocadas en las calles malagueñas

de señores de la Liga de Contribuyentes, en calidad de propietarios de la ciudad y como técnicos, un arquitecto del Ayuntamiento, un ingeniero de caminos y un médico de la Beneficencia municipal.

Para financiar las obras pensaba proponerse que se solicitase a las Cortes la autorización para establecer un impuesto sobre el patrimonio inmobiliario, casas y solares.

Se estimaba que con un 2 ó 3% sobre la riqueza líquida imponible de estos inmuebles podría ser suficiente.

Se tenía el antecedente del Saneamiento en Valladolid, a quien en 1902, se había autorizado un 4% y se había aprobado el 3% y Málaga tenía más fincas que Valladolid, 10.058 casas y 193 solares en 632 calles además de otras 77 viviendas que en ese momento estaban proyectadas, aunque también tenía mayor perímetro, concretamente su superficie era de 611 hectáreas.

Estimando un líquido imponible de 6.796.666 pesetas, el 3% ascendía a 202.909,98 ptas., anuales, cantidad que cobrada durante cincuenta años daría una suma mayor que el coste del proyecto que como ha hemos dicho ascendía a casi 9 millones de pesetas.

4

CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

El saneamiento, dejando aparte realizaciones importantes en otras épocas históricas, en el período que se ha estudiado nace como respuesta a un problema de índole sanitario.

La industrialización tuvo como consecuencia la masificación incontrolada de la población en torno a los centros de producción, creándose unas condiciones sanitarias absolutamente penosas, las cuales dieron lugar a numerosas epidemias que pusieron en evidencia la conexión entre el estado sanitario del agua de consumo y el desarrollo de enfermedades.

A pesar de que muchas ciudades disponían, desde varios siglos antes, de conductos de evacuación de aguas, estas se habían concebido, exclusivamente, para drenaje de aguas pluviales, hasta el punto de que en la Inglaterra de principios del siglo XIX estaba prohibido verter aguas residuales a esos conductos.

El primer paso para la solución del problema fue la construcción de desagües de los edificios, los cuales hasta entonces, solamente disponían, a lo sumo, de pozos negros, y su conexión a los conductos de drenaje, dando origen a los primeros alcantarillados de tipo unitario, sistema que, posteriormente, fue adoptado por la mayor parte de las ciudades.

En 1842 Sir Edwin Chadwick elaboró un informe sobre las condiciones sanitarias en Gran Bretaña en el que establecía la necesidad de recoger las aguas residuales en un sistema específico de alcantarillado, proponiendo la utilización de conductos de gres y la separación de las aguas residuales de las pluviales, advocando por los sistemas separativos con su célebre sentencia: "El agua pluvial al río y la residual al campo".

A partir de 1847, se estableció la obligatoriedad de conectar los edificios a las redes de alcantarillado.

En definitiva, es a partir de la iniciativa británica, a mediados del siglo XIX, cuando se establecen las bases modernas del saneamiento, específicamente en lo referente al primer aspecto del mismo, la recogida y el transporte de las aguas residuales.

Es interesante señalar que este primer aspecto del saneamiento constituye la práctica que durante años después de su instauración ha sido entendida como principio y fin del saneamiento. Tradicionalmente, sanear una población era sinónimo de dotarle de una red de alcantarillado y en la mayoría de los casos no se hacía mención al tratamiento del agua residual.

Sin embargo, la construcción de las primeras redes de alcantarillado puso de manifiesto que, aunque contribuían a la reducción del número de puntos de vertido, mejorando, evidentemente las condiciones locales respecto de la situación anterior, se producía una mayor concentración de la contaminación, que inmediatamente produjo un agravamiento del estado de los ríos, creando condiciones higiénicas y ambientales inaceptables, por lo que surgió la idea de que el vertido de aguas residuales no debería realizarse a aquellos, sino que debería utilizarse para fertilizar el suelo, con lo cual se proponía el primer sistema de tratamiento y se completaba el primer aspecto del saneamiento basado en la recogida y el transporte del agua residual con el de su depuración.

De hecho, el tiempo transcurrido entre el mencionado informe realizado por Sir Edwin Chadwick en 1842, en el que se estableció la necesidad de la construcción de las redes de alcantarillado, y el establecimiento de que el sistema adecuado para la evacuación del agua residual no era su vertido a los ríos, sino su aplicación al terreno (Sewage Commission, 1863), es sorprendentemente corto.

A partir de este punto, se desarrollan los primeros sistemas de depuración, inicialmente dirigidos a la eliminación de las materias sólidas y posteriormente complementadas con la materia orgánica soluble mediante tratamientos biológicos, coincidiendo con el abandono de los tratamientos químicos y el avance de la investigación microbiológica.

Los primeros tratamientos biológicos fueron los filtro percoladores en 1897 y posteriormente los fangos activados, en 1914.

Desde comienzos del Siglo XX, hasta los años cincuenta, se conciben y desarrollan la mayoría de los procesos y sistemas que se utilizan en la actualidad, si bien dentro de los límites que marcaban la tecnología disponible en el momento y hay que reconocer que los sistemas actuales sólo suponen sobre aquellos refinamientos de índole hidráulica y tecnológica, habiendo sido la innovación conceptual francamente escasa, lo cual constituye un fenómeno digno de ser estudiado, habida cuenta del volumen económico que maneja el sector a nivel mundial.

Desde la mitad del siglo XX, hasta los años actuales se han producido investigaciones que profundizan en el conocimiento de los procesos biológicos, adoptándose criterios de diseño basados en consideraciones de tipo científico más allá de los valores puramente empíricos utilizados hasta esta fecha, y produciéndose un salto cualitativo en la concepción del tratamiento del agua residual al reconocer la importancia de la eliminación de nutrientes, identificados por Naumann en 1919, desviándose de la tendencia histórica de adoptar los estándares más restrictivos en el parámetro DB05 y complementariamente en la transformación de los compuestos de nitrógeno y fósforo en formas inorgánicas más estables, pero no en la eliminación de estos últimos.

La práctica del saneamiento también llegó con retraso a España.

Con algunas excepciones, en las que se preveía la construcción tanto de las redes de alcantarillado como de las instalaciones de tratamiento previas al vertido, la práctica totalidad de los saneamientos realizados hasta la mitad del siglo XX, se redujeron a la construcción de las redes de alcantarillado.

El tratamiento de los vertidos no constituyó, inicialmente, una preocupación, probablemente porque la ausencia generalizada de instalación adecuada para el abastecimiento del agua potable, hacia prioritario dirigir a los recursos económicos disponibles a paliar la endeblez de las estructuras de este sector.

En cualquier caso, conviene matizar que en Europa sólo Gran Bretaña y Alemania podían acreditar una política sostenida en este campo hasta los años cincuenta.

Sólo a partir de estos años es cuando la depuración de aguas residuales comienza a tomar carta de importancia en el resto de los países europeos, aunque su nivel tecnológico y económico les permitió acometer con rapidez la solución de sus problemas.

Del interés por las obras de saneamiento en esta época en España, es un adecuado ejemplo el tratamiento que se le dio en el establecimiento de nuevas poblaciones por el Instituto Nacional de Colonización a partir de los años cuarenta.

La actividad colonizadora basada en la Ley de Bases de Colonización de Grandes Zonas Regables y sobre todo de la Ley de Expropiación de fincas rústicas por interés social de 1946, produjo actuaciones en 29 provincias, construyéndose 9.458 viviendas, en 304 poblados, 128 de ellos en Andalucía.

El proceso de colonización en Andalucía tenía sus antecedentes en el establecimiento de las colonias en Sierra Morena, en la segunda mitad del siglo XVIII, y su ampliación a las campiñas de Córdoba y Sevilla según la propuesta del Intendente Pablo de Olavide.

El Fuero de las Nuevas Poblaciones publicado en la Gaceta de Madrid el 5 de julio de 1767 y redactado por Campomanes y Olavide sólo se refiere en cuanto a los condicionantes físicos de los establecimientos a que debían situarse "sobre los caminos reales e inmediatamente a ellos" y no solo para que "sirvan de abrigo contra los malhechores o salteadores públicos" sino también "por la mayor facilidad que tendrán en despachar sus frutos".

Casi doscientos años después, el 23 de julio de 1947 se aprueban las "Instrucciones para la redacción de los proyectos de los pueblos". La Instrucción Cuarta hace referencia al Proyecto de Urbanización y explicita en su apartado c) que deben incluirse las mediciones y los presupuestos de: "El abastecimiento de agua formado por el estudio completo del origen del agua captada, depósitos, casa de máquinas, conducciones, arquetas, desagües, instalaciones en los edificios dotados de agua corriente, fuentes y abrevaderos públicos, y desagüe de los mismos, etc.,...".

Como se ve no se hace ninguna referencia a la necesidad del saneamiento de la población y mucho menos en la depuración del vertido de aguas residuales a no ser que se entiendan incluidos en ese "etc.".

Cuando en 1988, coincidiendo con el bicentenario de la muerte de Carlos III, se estudia el paralelismo entre las dos actuaciones colonizadoras existen aún numerosos poblados sin red de saneamiento que utilizan su vertido autónomo a pozos ciegos y cuando existe una red general termina en un punto sin depuración.

Aunque esta situación puede existir aún hoy en pequeños núcleos de población el inicio de una política estatal dirigida a la solución del problema de la contaminación producida por el vertido de las aguas residuales se inicia en España en la segunda mitad de los años sesenta, quedando el estudio de esta época para un posterior trabajo.

Todo lo referido, se puede resumir en las siguientes **Conclusiones:**

- Desde la Edad Media y hasta finales del siglo XIX, las infraestructuras sanitarias son las grandes olvidadas tanto por la ordenación del territorio como por el urbanismo.

- La generalización de la construcción de este tipo de obras se debe sin duda a las condiciones higiénicas y sanitarias de las ciudades que provocaron una enorme mortandad causada fundamentalmente por la carencia de las mismas.

- El saneamiento está estrechamente ligado con la higiene y la salud, pero también con la mayor preocupación por los problemas sociales y por la mejor calidad de vida de los ciudadanos.

- El establecimiento de los nuevos alcantarillados, a finales del siglo XIX, coincide con las profundas reformas urbanas planificadas y posteriormente realizadas en las principales ciudades europeas y americanas.

- El siglo XIX es la época de los grandes avances científicos, de los descubrimentos en microbiología y del abandono de las teorías físico-químicas y el tiempo en el que se asientan las bases de los actuales sistemas de depuración.

- La Edad de Oro del Sanemiento puede establecerse en Europa en la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX.

En estos años, en España, aunque se ejecutaron algunas obras importantes y el Estado envió a sus ingenieros a distintos paises, fundamentalmente a Francia, la generalización del saneamiento y de la depuración de las aguas no se produjo hasta la segunda mitad del siglo XX.

Para terminar, se exponen las que se consideran **líneas de investigación futuras**:

- Ampliación del presente estudio al período comprendido entre 1950 y la época actual.
- Ampliar el conocimiento del Saneamiento y la Depuración a toda España.
- Análogos estudios para el establecimiento de los abastecimientos de agua potable.
- Estudios históricos sobre la reutilización de las aguas residuales para regadíos y otros usos.
- Estudio de las técnicas constructivas y de la fabricación de elementos para los alcantarillados y para la depuración.
- Estudio de las legislaciones históricas sobre la materia.
- Estudio de los sistemas de la gestión de las aguas de abastecimiento y de los saneamientos.
- Estudiar la importancia entre los servicios hidráulicos y el establecimiento de las poblaciones y la metodología de integrar la materia en los estudios arqueológicos.

5

ANEXO DOCUMENTAL

5.1. Fuentes Consultadas

- Archivo General de la Administración. Alcalá de Henares. Madrid.
- Archivo de Simancas. Valladolid.
- Archivo de Indias. Sevilla.
- Archivo Histórico Municipal de Granada.
- Archivo Histórico Municipal de Málaga.
- Archivo de la Real Chancillería. Granada.
- Archivo Histórico Provincial de Granada.
- Archivo Histórico del Hospital de San Juan de Dios. Granada.
- Archivo del Canal de Isabel II. Madrid.
- Biblioteca Nacional. Madrid.
- Biblioteca de Andalucía. Granada.
- Biblioteca de la Universidad de Granada.
- Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid.

- Biblioteca del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
- Biblioteca de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Granada.
- Biblioteca de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
- Biblioteca del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Granada.
- Biblioteca del CEHOPU. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Dirección General del Catastro. Ministerio de Hacienda. Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Instituto de Cartografía de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía. Sevilla.

5.2. Bibliografía

Ciudades de la Ilustración. C.O.P. y T. de la Junta de Andalucía. 1988.

La Carolina. La Evolución del Modelo Territorial de la Colonización. C.O.P. y T. Junta de Andalucía. 1988.

Depuración bactérica de las aguas de alcantarillado. (La Tecnologie Sanitaire). Revista de Obras Públicas. 1901.

El mundo rural de las colonias. La ocupación Carolina de la campiña cordobesa. C.O.P.y T. de la Junta de Andalucía. Sevilla. 1989.

XVIII Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de O.P.). 2000.

Tratamiento y depuración de aguas. Conferencia Nacional de Hidrología. Zaragoza 1976.

Informe sobre el Alcantarillado de Cartagena. Ayuntamiento de Cartagena. 1910.

Historia y evolución de la Colonización Agraria en España. Vol. III. La Planificación del regadío y los pueblos de colonización. INC-MAPA / MOPTMA / MAP. Madrid 1991.

Plan de Investigación y desarrollo de tecnologías de bajo coste. COPyT/J.A. -NITEC. 1989.

Instrucción para estudio y redacción de proyectos de saneamiento. M.O.P. 1963.

Saneamiento II. "OP" nº 33. C.ICCP 1995.

Felipe II, los ingenios y las máquinas. Mº Fomento. CEHOPU. Madrid 1998.

Saneamiento I. "OP" nº 31. C.ICCP 1995.

Bajo la Ciudad (Sota la Ciutat). "OP" C.ICCP y Ayto. de Barcelona. 1991.

AA.VV. *La ciudad hispanoamericana. El sueño de un orden.* CEHOPU. MOPTMA. 1993.

AA.VV. *Urbanismo en España.* I.E.A.L. MADRID. 1968.

AA.VV. *Obras Hidráulicas en la América Colonial,* CEHOPU-MOPTMA 1993.

ALZOLA MINONDO, PABLO. *El problema sanitario.* Revista de Obras Públicas 1886.

ALZOLA MINONDO, PABLO. *Historia de las Obras Públicas en España.* Ed. Turner-C.ICCP 1979.

ANGUITA CANTERO, RICARDO. *La Ciudad construida.* Diputación de Granada 1997.

ANGUITA CANTERO, RICARDO. *Ordenanza y Policia urbana. Los orígenes de la Reglamentación Edificatoria en España. (1750-1900),* Universidad de Granada 1997.

ARIZMENDI BARNES, LUIS JESÚS. *Instalaciones urbanas. Infraestructura y Planeamiento. Tomo II.* Ed. Bellisco. 1991.

BABBITT, HAROLD; BAUMANN, F. ROBERT. *Alcantarillado. Tratamiento de las aguas negras.* Ed. C.E.C.S.A. 1962.

BARRIOS ROZÚA, JUAN MANUEL. *Reforma Urbana y destrucción del Patrimonio Histórico de Granada,* Universidad de Granada 1998.

CATALÁ MORENO, FERNANDO. *Cálculo de caudales en las redes de saneamiento.* C.ICCP. Colección Seinor 1989.

CATALÁN LA PUENTE, S. *Depuradoras. Bases científicas.* Ed. Bellisco. C.ICCP. 1997.

CERDÁ, ILDEFONSO. *Teoría General de la construcción de ciudades.* INAP. Madrid. 1991.

CERDÁ, ILDEFONSO. *Teoría General de la urbanización.* Imprenta Española. Madrid. 1867.

CERDÁ, ILDEFONSO. *Teoría de la Urbanización.* Ministerio de Administraciones Públicas. 1867.

CHUECA GOITIA, FERNANDO. *Breve historia del Urbanismo.* Ed. Alianza E. 1ª Edición. 1968.

COLLADO LARA, RAMÓN. *Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades.* Colección Seinor. C.ICCP. 1992.

CORT, CÉSAR. *Campos Urbanizados y ciudades rurizadas.* Federación de Urbanismo y Vivienda de la Hispanidad. 1941.

COSTA, JOAQUÍN. *Política Hidráulica.* Colección C.H. E I. C.ICCP. 1975.

DEGREMON, T.*Manual Técnico del agua.* 1959.

DIAZ LÁZARO-CARRASCO, J. A. *Depuración de aguas residuales.* M.O.P.T. 1991.

DIAZ MARTA, MANUEL. *Las obras hidráulicas en España.* C.ICCP. 1997.

DIRECTIVA CEE/91/271. *Tratamiento de aguas residuales urbanas.* D.O.C.E. 1991.

DOMINGUEZ ORTIZ, ANTONIO. *La España de la Ilustración.* Ed. Altaya 1996.

ESCARIO Y NUÑEZ DEL PINO, JOSÉ LUIS. *Saneamiento de poblaciones y depuración de aguas residuales.* E.T.S. ICCP. Madrid 1940.

ESSELBORN, CARLOS. *Tratado General de Construcción. Obras Públicas. Tomo II.* Imprenta Juan Pueyo. 1929.

FAIR, GORDON MASKEW; GEYER, JOHN CHARLES. *Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. 2. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales.* Ed. Limusa Wiley. 1971.

FAIR, GORDON MASKEW; GEYER, JOHN CHARLES. *Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. 1. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales.* Ed. Limusa Wiley. 1968.

FONSSAGRIVES, J. B. *Higiene y Saneamiento de poblaciones.* Madrid. 1985.

GARCÍA FARIA, PEDRO. *Saneamiento de Poblaciones.* Revista de Obras Públicas. 1886.

GARCÍA TAPIA, NICOLÁS Y OTROS. *Cuatro conferencias sobre historia de la Ingeniería de Obras Públicas en España.* CEHOPU. MOPTMA. 1987.

GARRIDO ATIENZA, MIGUEL. *El Darro turbio.* Ayuntamiento de Granada. Dictamen. 1908.

GLICK, THOMAS F. *Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente Urbano.* Revista Ciudad y Territorio. 1987.

GONZÁLEZ TASCÓN, IGNACIO. *Fábricas Hidráulicas españolas.* CEHOPU. MOPTMA. 1992.

GONZÁLEZ TASCÓN, IGNACIO. *Ingeniería española en ultramar (s. XVI-XIX).* CEHOPU-C.ICCP. 1992.

HERNÁNDEZ LEHMANN, AURELIO. *Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales.* C.ICCP. 1997.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO. *Saneamiento y Alcantarillado.* Colección Seinor. C.ICCP. 1997.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO. *Depuración y desinfección de aguas residuales.* Colección Seinor. C.ICCP. 2001.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO; HERNÁNDEZ LEHMANN, AURELIO; GALÁN MARTÍNEZ, P. *Manual de Depuración de Uralita.* Ed. Uralita. 1995.

IMHOFF, KARL. *Manuel de l'assainissement urbaine.* Ed. Dunod. 1964.

IMHOFF, KARL; FAIR, GORDON MASKEW. *Sewage treatement.* Ed. John Wiley & sons. 1960.

IMHOFF, KARL; NAVASCUÉS PALACIO, JUAN LORENZO. *Manual de Saneamiento de poblaciones.* Ed. Alume. 1969.

IRURETAGOYENA CAPELASTEGUI, JAVIER. *Depuración de aguas residuales de poblaciones.* 1970.

ISAC, ANGEL. *La reforma burguesa de la ciudad desde sus inicios hasta Gallego Burín (1850-1951).* Caja General de Ahorros de Granada. 1992.

JUSTE, JULIO. *La reforma de Granada de Gallego y Burín (1938-1951). Reformas urbanas y arquitectónicas.* Diputación Provincial de Granada. 1995.

KOCH, PIERRE. *Les reseaux d'egouts.* Ed. Dunod. 1967.

LEONARD-ETIENNE, RENE. *Curso de depuración de aguas residuales.* Centro de Estudios Hidrográficos. M.O.P. 1969.

LÓPEZ GUZMAN, RAFAEL. *Tradición y Clasicismo en la Granada del siglo XVI. Arquitectura Civil y Urbanismo.* Diputación de Granada. 1987.

MAGRINYÁ TORNER, FRANCESC. *La propuesta de Saneamiento de Cerdá para Barcelona.* "O. P." nº 33. Saneamiento II. 1995.

MARCUELLO CALVÍN, JOSÉ RAMÓN. *Manuel Lorenzo Pardo.* C.ICCP. 1990.

MARTÍN MUNICIO, ANGEL. *La Ingeniería del Agua en España en el Siglo XIX. "La Ciencia y la Técnica en el ecuador del Siglo XIX".* 150 Aniversario del Canal de Isabel II. Madrid. 2001.

MARTÍN RETORTILLO, SEBASTIAN. *Legislación y política hidráulica en la mitad del Siglo XIX.* 150 Aniversario del Canal de Isabel II. 2001.

MASTANTUONO, M. G. *Introducción a l'epuration biologique.* Ed. La Technologie l'eau. 1975.

MEMORIAS PROVINCIALES DE CÁDIZ, CÓRDOBA, GRANADA, JAEN Y SEVILLA. *Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento.* D.G.O.H., M.O.P. 1966.

MENÉNDEZ ONDINA, ANTONIO. *El Saneamiento en el Sur de España hasta el siglo XV.* Universidad de Granada. Tesis Doctoral. 1996.

METCALF & EDDY, INC. *Tratamiento y depuración de aguas residuales.* Ed. Labor. 1977.

METCALF & EDDY. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización.* Ed. Lábor. C.ICCP. 2000.

METCALF & EDDY. TCHOBANOGLOUS, GEORGE. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertidos y reutilización.* Ed. Macgraw-Hill. 1955.

MUÑOZ ANTUÑANO, LUIS. *Saneamiento e higienización de España.* Ed. Rivadeneyra. Madrid. 1921.

NAVARRO VERA, JOSÉ RAMÓN. *Técnicas de Saneamiento urbano en España en el Siglo XIX. El tiempo de los ingenieros higienistas.* "OP" nº 31. Saneamiento I. C.ICCP.

NAVARRO VERA, JOSÉ RAMÓN. *El Saneamiento de Alicante en 1905. Ciencia, Técnica e Higienismo.* Fascimil del Proyecto de Saneamiento del Puerto de Alicante por Ramón Montagut. 1905. C.ICCP. 1991.

OCHOA Y PARIAS, JOSÉ. *Obras de Alcantarillado de Sevilla.* Revista de Obras Públicas. 1901.

OLMEDO CHECA, MANUEL. *José Mª de Sancha, precursor del urbanismo moderno malagueño.* Benedicto Editores. Málaga. 1998.

PAZ MAROTO, JOSÉ. *Saneamiento de Poblaciones.* Artes Gráficas R. Molero. Barcelona. 1927.

PAZ MAROTO, JOSÉ. *Normas Técnico-Sanitarias en los saneamientos urbanos.* Separata R. Ciencias. 1939.

PAZ MAROTO, JOSÉ; PAZ CASAÑÉ, JOSÉ M.ª. *Alcantarillado y depuración de aguas residuales.* E.T.S. I.CCP. 1963.

PUERCHEL, WOLFGANG. *El tratamiento de las aguas residuales domésticas (Técnicas de Depuración). Tomo 6 de la obra "Tratado General de agua y su distribución".* Ed. Urmo. 1976.

PULIDO FERNÁNDEZ, ANGEL. *Saneamiento de poblaciones. Sevilla, Huelva, Cádiz, Málaga y Granada.* R.Velasco Imprenta. Madrid. 1902.

REBOLLEDO, JOSÉ ANTONIO. *Memoria relativa a la Exposición higiénica de Londres de 1884.* Imprenta Fortanet. Madrid. 1886.

RIVAS MIJARES, G. *Tratamiento de aguas residuales.* Ed. Vega. 1978.

RODRÍGUEZ OCAÑA, ESTEBAN. *El Cólera en 1834 en Granada.* Universidad de Granada. 1983.

ROMEU DE ARMAS, ANTONIO. *Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada.* C.ICCP. 1980.

RONZANO, E. Y DAPENA, J. L. *Tratamiento biológico de aguas residuales.* Ed. Díaz-Santos. 1ª Edición. 1995.

SAMBRICIO, CARLOS. *Territorio y Ciudad en la España de la Ilustración.* MOPT-MA. 1991.

SÁNCHEZ RON, JOSÉ MANUEL. *Ciencia e ingeniería en el Siglo XIX en 1851:la creación del Canal de Isabel II.* Fundación Canal I-II. Madrid. 2001.

SÁNCHEZ RON, JOSÉ MANUEL. *El Siglo de la Ciencia.* Ed.Taurus.

SÁNCHEZ RON, JOSÉ MANUEL. *Cincel, martillo y piedra.* Ed. Taurus.

SANZ SAMPELAYO, JUAN. *Granada en el siglo XVIII.* Diputación de Granada. 1980.

SARABIA Y AGUILÓ. *Depuradoras en Madrid. Tecnología y arquitectura industrial en el Canal de Isabel II.* C.ICCP. 1995.

SEOANE CALVO, MARIANO. *Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo.* Ed. Mundi-Prensa. 1995.

SORIA Y PUIG, ARTURO. *Ildefonso Cerdá.* C.ICCP. 1979.

TERÁN TROYANO, FERNANDO. *El Ensanche de las Ciudades, la cuestión higiénica.* Conferencia en el 150 aniv. del Canal de Isabel II. 2001.

TRILLO MONTSORIU, JUAN DE DIOS. *El Saneamiento, historia reciente. Estado actual.* "OP" nº 31. Saneamiento I. C.ICCP.

VIÑES MILLET, CRISTINA. *Historia urbana de Granada. Su evolución hasta finales del siglo XIX.* CEMCI. Granada. 1987.

WINKLER, MICHAEL A. *Tratamiento biológico de aguas de desecho.* Ed. Limusa-Wiley. 2000.

YAGÜE, ALEJO LUIS. *Análisis de las aguas de Granada y sus contornos.* Granada. 1882.

5.3. Planimetría Histórica
(Anterior a 1950. De los alcantarillados de las Capitales de provincia de Andalucía)

ALMERIA (Ciudad). Planos de población. 1:2000. 1899. Plano de la ciudad de Almería, red de alcantarillado, el ingº Francisco J. Cervantes; es copia, el ingeniero director, Francisco J. Cervantes. (AGA) Archivo General de la Administración –Obras Públicas– caja 176, exp. P. 44, h. 20, pl. 1.

ALMERÍA (Puerto). Alcantarillado. 1:3000. 1940. Alcantarillado (del puerto de Almería), plano general, sección, Junta de Obras y Servicios del Puerto; J. García López. (AGA) Archivo General de la Administración –Obras Públicas– caja 9896.

CADIZ (Ciudad). Infraestructuras urbanas. Sin escala. 1890. Plano de alcantarillado en el Cádiz de intramuros desde la Puerta de tierra a la Caleta. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Infraestructuras urbanas. 1:1000. 1890. Plano general de Cádiz, Trazado horizontal del alcantarillado. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Infraestructuras urbanas. Sin escala. 1873. Traída de aguas de Cádiz, Plano para la colocación de la tubería desde la Estación de ferrocarril a la plaza de la República, Valentín G. Bell. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Obras de infraestructura. 1:643. 1778. Plano que demuestra la obra continuada en los conductos subterráneos de las calles plazas y casas que por los tres usillos demostrados desgua al mar de la Bahía y del **enlosado** y **empedrado** de los pavimentos descubiertos de la porción del pueblo que se retrata de la Ciudad de Cádiz, Thomas Rodríguez. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Obras de infraestructura. 1:418. 1776. Plano y perfiles que demuestran la obra en Conductos sotteraneos de las calles y minetas de las casas que por esta parte desgvant al Mar de la Bahía y assí de las solerías de Piedra Jaspon y empedrados de Piedra guixa de la Ciudad de Cádiz, Thomas Rodríguez. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Obras de infraestructura. 1:720. 1776. Plano y perfil de la obra de Enlozado y Conductos que se sigue en una porción de pueblo termunado en esta Ciudad de Cádiz, la declaración del plano va aparte la de los perfiles se han puesto en su lugar según parecen al pie de cada figura en este plano, Thomas Rodríguez. Archivo Municipal de Cádiz.

CADIZ (Ciudad). Obras de infraestructura. 1:643. 1706. Plano que demuestra la obra la obra continuada de Conductos sobterraneos de las calles Casas y Plazas que por los tres usillos que se **asigna** en su lugar desaguan a el Mar de la Bahía y del Enlosado y empedrados de sus pavimentos de esta porción de pueblo de la Ciudad de Cádiz, Thomas Rodríguez. Archivo Municipal de Cádiz.

CORDOBA (Ciudad). Trinidad, La (Cuartel). Hospitales militares. 1:500. 1923. Plano correspondiente al presupuesto de las obras que son necesarias ejecutar para hacer el Alcantarillado en el Hospital Militar del Cuartel de la Trinidad, Plano de situación. Hoja Única, Comandancia de Ingenieros de Córdoba. Plaza de Córdoba; el Comandante de Ingenieros Manuel de la Lahada; Examinado el Teniente Coronel Ingeniero Comandante Fernando Martínez; Examinado el Comandante General de Ingenieros Ramos. Museo de la Región Militar Sur (Sevilla), Caja 2, Doc. 666.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1866. Plano del trayecto (en Córdoba) de la alcantarilla (que partiendo de la plazuela de San Andrés continúa por la del Huerto del mismo nombre, la de Almonas y Baño hasta el caño de Vence-Guerra desaguando en el Guadalquivir, Ayuntamiento de Córdoba); Amadeo Rodríguez. Archivo Municipal de Córdoba, 8.03. Caja 13.1.

CORDOBA (Ciudad). Concepción (calle). Alcantarillado. 1:500. 1926. Alcantarillado de la calle Concepción (en Córdoba), plano de comparación 5 mts. más abajo que el punto 10, (Ayuntamiento Constitucional de Córdoba); Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 1-10. Año 1925. Expte. 13 Legajo 7.

CORDOBA (Ciudad). Piedras, Las (Arroyo). Alcantarillado. 1:1000. 1925. Planta general (del alcantarillado del arroyo de Las Piedras (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba); Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 1-10. Año 1925. Expte. 1. Legajo 6.

CORDOBA (Ciudad). Piedras, Las (Arroyo). Alcantarillado. 1:500. 1926. Perfil de la solera de la alcantarilla antigua frente al Matadero (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz, Rafael Iznardi. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 1-10. Año 1925. Expte. 1. Legajo 6.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1925. Eje de alcantarillado de las calles Realejo-Santa María de Gracia y Mayor de San Lorenzo (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 18-20. Año 1925. Expte. 20. Legajo 8 IV.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1926. Plano del alcantarillado del final de la Calle Mayor de San Lorenzo y Plaza del Corazón de María (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 18-20. Año 1925. Expte. 20. Legajo 8 IV.

CORDOBA (Ciudad). Arroyo de San Rafael (Calle). Alcantarillado. 1:1000. 1926. Modificación del alcantarillado de las calles de San Rafael y San Lorenzo (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 18-20. Año 1925. Expte. 20. Legajo 8 IV.

CORDOBA (Ciudad). Buen Pastor (calle). Alcantarillado. 1:500. 1927. Proyecto de modificación y construcción de nuevos tragantes en la calle de Buen Pastor (en Córdoba), Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 21-39. Año 1925. Expte. 34.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2500. 1925. Perfil longitudinal desde el río hasta la (Avenida) de América pasando por el arroyo del Moro, Huerta del Rey, Paseo de la Victoria y Avenida de Cervantes (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1925. Plano general del corte rasante del tramo comprendido desde el río por el antiguo arroyo del Moro y continúa por el Paseo de la Victoria, Avenida de Cervantes, hasta enlazar con la de América (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1925. Primer tramo del alcantarillado comprendido desde el río por el antiguo arroyo del Moro y continúa por el Paseo de la Victoria, Avenida de Cervantes, hasta enlazar con la de América (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1925. Segundo tramo del alcantarillado comprendido desde el río por el antiguo arroyo del Moro y continua por el Paseo de la Victoria, Avenida de Cervantes, hasta enlazar con la de América (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1925. Tercer tramo del alcantarillado comprendido desde el río por el antiguo arroyo del Moro y continua por el Paseo de la Victoria, Avenida de Cervantes, hasta enlazar con la de América (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1925. Plano de Córdoba que refleja el alcantarillado que se proyecta, Ayuntamiento Constitucional de Córdoba; Rafael de la Hoz. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1925. Perfil del alcantarillado desde el pozo registro de la Avenida de Cervantes al de la calle Romero (en Córdoba), Ayuntamiento Constitucional de Córdoba. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1925. Perfil del alcantarillado de la zona de la Puerta de Almodóvar y Judería (en Córdoba), Ayunta-

miento Constitucional de Córdoba. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Obras 40-50. Año 1925. Expte. 49. Legajo 10.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado de las calles Céspedes, Cardenal Herrero, Magistral González Francés, Torrijos, Cardenal González y Caño Quebrado (en Córdoba), Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Alcantarillado. Expte. 7. Legajo 18.

CORDOBA (Ciudad). Mármol de Bañuelos (calle). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado de las calles Mármol de Bañuelos, Plaza de Mármol de Bañuelos y Alfonso XIII (en Córdoba), Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Alcantarillado. Expte. 5. Legajo 18.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1930. Proyecto de alcantarillado de la calle Rodríguez Marín, calleja y lateral N, S, E y O de la plaza de la Constitución y plaza del Socorro, hasta la plaza de la Almagra (en Córdoba), planta, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Alcantarillado. Expte. 14. Legajo 18.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1930. Perfiles de la plaza del Tambor, calle Juramento, Cedaceros, Toril, plaza del Socorro, plaza de la Constitución lateral sur y oeste, calle Rodríguez Marín, plaza de la Constitución lateral norte y este, calle Joaquín Costa y calle Tundidores (en Córdoba), Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Alcantarillado. Expte. 14. Legajo 18.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D del Plan General. Número 1, planta general, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 2, calles callejón Alcázar, Huerta del Rey, Victoria, Avenida de Cervantes, Avenida de América y Plaza de Colón, Ayuntamiento de

Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 3, calles José Zorrilla, Uceda, Alegría, y afluentes, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 4, calles Fernán Núñez, Montemayor, plaza de la Trinidad, Sánchez de Feria, Puerta Almodóvar, Fernández Ruano y afluentes, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 5, calles Manríquez, Tomás Conde y afluentes, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 6, calles afluentes a las de Cruz Conde y Gran Capitán, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 7, calles afluentes a las de Gran Capitán, Cruz Conde y San Fernando, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 8, calles afluentes a Rey Heredia, Ayuntamiento de Cór-

doba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 9, calles afluentes a las de San Fernando y Rey Heredia, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado de la zona oeste (de Córdoba) correspondiente al sistema D E del Plan General. Número 10, afluentes a las calles Jesús María y Buen Pastor, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto de alcantarillado (en Córdoba). Número 12, Perfil del emisario, Ayuntamiento de Córdoba; Construcciones, Departamento de Ingeniería, 1er negociado. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona norte (de Córdoba). Número 1, plano de planta, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 2, plano de planta, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona norte (de Córdoba). Número 3, perfil, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 4, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona norte (de Córdoba). Número 5, Perfil, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 6, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 7, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 8, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona norte (de Córdoba). Número 9, perfil, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 10, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 11, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 12, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1929. Proyecto de alcantarillado del sector central, zona sur (de Córdoba). Número 13, Ayuntamiento de Córdoba; Departamento de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado. Planta, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado. Planta, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1250. 1927. Proyecto parcial de alcantarillado. Planta, sector nordeste (de Córdoba) zona correspondiente al sistema a del Plan General de Alcantarillado. Ayuntamiento de Córdoba; Negociado de Ingeniería. Archivo Municipal de Córdoba, 8.04. Planos-Alcantarillado.

CORDOBA (Municipio). Alcantarillado. 1:5000. 1958. Alcantarillado de la barriada SECEM, situación del paso del colector por la vía pecuaria Cañada Real Soriana y la carretera de Córdoba a Palma del Río. Archivo Central de la Delegación de Obras Públicas y Transportes de Córdoba, Leg. 377, Doc. 2532.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Pedro López con las bocacalles Pedro Muñoz y Maese Luis, la calle Maese Luis con las bocacalles San Fernando, Fernando Colón, Pedro Rey, Sánchez Peña, Tornillo y Armas, y la calle Armas con las bocacalles San Francisco, Potro, Tornillo y Maese Luis. Hoja nº 1. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Santa Marta con las bocacalles Juan Rufo y San Pablo, calle Conde de Arenales con las bocacalles Juan Rufo, Plaza de Hinojares, Pedro Fernández y Santa Marta. Hoja nº 2. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1900. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Francisco del Rosal con las boca-

calles Hermanos López Dieguez y Manchado, calle Cidros con las bocacalles Juan Rufo, Beatas y Pedro Fernández, la calle Beatas con las bocacalles Hermanos López Diéguez y Cidros y Calle Manchado con las bocacalles Arroyo de San Andrés, Francisco del Rosal y Realejo. Hoja nº 3. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Pedro Muñoz con las bocacalles Fernando Colón, Pedro Rey, Corredera y Sánchez Peña, la calle Santa Inés con las bocacalles Encarnación Agustina, Diego Méndez y Plaza de la Magdalena y la calle Duque de la Victoria con las bocacalles Gutiérrez de los Ríos y Encarnación Agustina. Hoja nº 4. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Zamorano con las bocacalles Juan Rufo, Mateo Inurria y Jurado Aguilar, calle Consolación con las bocacalles Emilio Castelar, Mucho Trigo, Badanas, Calleja de los Noques y Paseo de la Ribera y la calle Capuchinos con la bocacalle Torres Cabrera. Hoja nº 5. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Teniente Albornoz con las bocacalles Osario y Conde Torres Cabrera, calle Doblas con las bocacalles Osario, Plaza de las Doblas y Conde Torres Cabrera y la calle Paja con las bocacalles Candelaria, Tornillo, Prensa y Plaza Almagra y el Convento de la Piedad. Hoja nº 6. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Plaza de las Cañas, calles Sánchez Peña, Prensa y Cruz, con las bocacalles Ámese Luis, Paja, Corredera y Pedro Muñoz, Plazas Almagra y Socorro con las bocacalles Doña Engracia, Gutiérrez de los Ríos, Poyo, Carlos Rubio, Corredera, Paja y Toril. Hoja nº 7. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Plaza de Aguayos, Poyo, La Rosa, Iglesia y Plaza de San Pedro y las bocacalles Carlos Rubio, Plaza Almagra, Palma, García Hernández, Agustín Moreno, Don Rodrigo y Doña Engracia. Hoja nº 8. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Gragea con las bocacalles Emilio Castelar, calle Emilio Castelar con las bocacalles Travesía de la Ribera, Plaza del Potro, Gragea, Candelaria, Carlos Rubio y Consolación y calle Don Rodrigo con las bocacalles Carlos Rubio, Mucho Trigo y Plaza de San Pedro. Hoja nº 9. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Carlos Rubio con las bocacalles Plaza de la Almagra, La Rosa, Emilio Castelar y Don Rodrigo, calle Candelaria con las bocacalles Emilio Castelar y Tornillo, calle Badanas con las bocacalles Emilio Castelar y Consolación, y calle Tornillo con las bocacalles Sánchez Peña, Armas, Paja y Candelaria, convento de la Piedad, ermita de la Consolación y dependencias de la ermita. Hoja nº 10. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Ronquillo Briceño con las bocacalles Agustín Moreno, Claustro y Ronda de los Mártires, Calles Claustro con las bocacalles Ronquillo Briceño y Tinte, calle Tinte con las bocacalles Agustín Moreno, Luis Díaz Claustro y Ronda de los Mártires y calle Cañaveral con la bocacalle Ronda de los Mártires. Hoja nº 11. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Pedro Fernández con las bocacalles: Santa Marta, Cidros y Hermanos López Diéguez, calle Mateo Inurria con las bocacalles Puerta del Rincón y Zamorano, calle Juan Rufo con las bocacalles Alfaros, Puerta del Rincón, Plazuela de la Fuenseca, Zamorano, Conde Arenales, Imágenes, Cidros, Enrique Redel y Santa Isabel y calle Imágenes con las bocacalles Isabel Losa, Obispo Alguacil, Jurado Aguilar, Espejo y Juan Rufo. Hoja nº 12. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Plaza de la Magdalena con las bocacalles Muñices, Ronda de Andujar, Santa Inés, Palarea, Ancha de la Magdalena y Borja Pavón, Iglesia de la Magdalena y una fuente, y calle Ancha de la Magdalena con las bocacalles Gracia Fernández, Blasco Ibáñez, Arenillas y cementerio de la Magdalena. Hoja nº 13.Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calles Toril, Cedaceros y Juramento con las bocacalles: Pedro López, Gutiérrez de los Ríos y plazas de la Constitución y del Socorro, calle La Palma con las bocacalles Regina, Encarnación Agustina, Arenillas, Blasco Ibáñez, San Eloy, Alcántara, Gracia Fernández y San Pedro, y calle Villalones con las bocacalles Fernando Pérez de Oliva y San Pablo. Hoja nº 14. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Calle Osario con las bocacalles Doblas, Teniente Albornoz, Manuel Arjona, Plaza de Vaca Alfaro, Chirinos, Cabrera, Ramírez de Arellano y Domingo Muñoz, calle Ramírez de Arellano con las bocacalles Góngora y Domingo Muñoz, calle Fitero con las bocacalles Torres Cabrera y Cardenal Toledo y calle Domingo Muñoz con las bocacalles Ramírez de Arellano, Osario y Conde Torres Cabrera. Hoja nº 15. Ayuntamiento de Córdoba.

CORDOBA (Ciudad). Alcantarillado. Sin escala. 1890. Plano de línea de las calles y alcantarillado de Córdoba. Ayuntamiento de Córdoba.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:10000. 1949. Colector de cintura de Granada, plano-croquis con la división en sectores de la población actual y futura, que desaguarán en cada uno de los tramos de los colectores y emisario, Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. (AGA) Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, Obras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:20000. 1948. Gráfico de distancias de transporte, (cauce colector de las aguas residuales de la población de Granada), Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:10000. 1948. Colector de cintura de Granada, Plano general, Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1948. Colector de cintura de Granada, Trozo 1º, colector del río Beiro, Francisco de P. Abellán Gómez;

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1948. Colector de cintura de Granada, Trozo 3°, colector y variante de la Acequia Gorda del paseo de la Bomba al Camino de Ronda, Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1948. Colector de cintura de Granada, Trozos 2° y 4°, colectores del Cmno. de Ronda, Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1948. Colector de cintura de Granada, Trozo 5°, emisario a la estación de depuración, Francisco de P. Abellán Gómez; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 576, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:10000. 1957. Plano General (de un cauce colector de aguas residuales de la población de Granada, para mejora de los regadíos de la comunidad de regantes de la acequia Gorda del Genil), Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; José M. Sánchez del Corral. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1957. Proyecto reformado del de replanteo previo de un cauce colector de aguas residuales de la población de Granada, para mejora de los regadíos de la comunidad de regantes de la acequia Gorda del Genil, trozo 2°, colector del camino de Ronda (derecha), Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; José M. Sánchez del Corral. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1957. Trozo 3°, colector y variante de la acequia Gorda del paseo de la Bomba al Camino de Ronda, (ciudad de Granada), Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; José M. Sánchez

del Corral. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1957. Trozo 4°, colector del Camino de Ronda (izquierda), tubo de desagüe al río Genil, (ciudad de Granada), Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; José M. Sánchez del Corral. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Municipio). Alcantarillado. 1:10000. 1951. Colector de cintura de Granada, Plano General, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; Francisco P. Abellán Gómez. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1951. Colector de cintura de Granada, Colector del río Beiro: replanteo previo, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; Francisco P. Abellán Gómez. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1951. Colector de cintura de Granada, Trozo 3°, colector y variante de la acequia Gorda del paseo de la Bomba al Camino de Ronda, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; Francisco P. Abellán Gómez. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

GRANADA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1951. Colector de cintura de Granada, Trozos 2° y 4°: colectores del Camino de Ronda, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir; Francisco P. Abellán Gómez. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– pa. 577, tObras Públicas. 46/9.

DARRO (Río, Granada). Obras Hidráulicas. 1:3500. 1815. Plano del río Darro y su primera distribución de aguas. Archivo del Palacio Real/4461.

GRANADA (Ciudad). Darro (Río). Ríos. 1:500. 1862. (Plano) Proyecto de margenación de un trozo del río Darro desde el sitio de las Cornetas hasta el Carmen de D. Ramón Avilés, José Contreras; Sección de Fomento de Granada. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-1226-1236. Granada. E-1227.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Ríos. 1:5000. 1888. (Plano general de la cuenca del río Darro y del desvío). Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-1525. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Ríos. 1:5000. 1888. (Perfiles longitudinales desde vifurque de los ríos Carchite y Polvite). Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-1525. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Ríos. 1:5000. 1888. (Perfil longitudinal del túnel).

Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-1525. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Presas. 1:1000. 1888. Plano del emplazamiento de la presa. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-1525. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Obras hidráulicas. 1:500. 1933. Plano general, Proyecto de cubrimiento del río Darro, El Arquitecto del Ayuntamiento E. M. (Olivar); Ayuntamiento de Granada, Sección Técnica de Aguas-Alcantarillado. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-2149. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Obras hidráulicas. 1:100. 1933. Sección longitudinal. Proyecto de cubrimiento del río Darro, El Arquitecto del Ayuntamiento E.M. (Olivar); Ayuntamiento de Granada, Sección Técnica de Aguas-Alcantarillado. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-2149. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Acueductos. 1:500. 1893. Plano (Proyecto de las obras necesarias para conducir doce litros de agua a un artefacto de D. José Jiménez Romero), Miguel Sevilla. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), 1498 al 1506. E-1505. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Acueductos. 1:500. 1893. Perfil longitudinal (Proyecto de las obras necesarias para conducir doce litros de agua a un artefacto de D. José Giménez Romero), Miguel Sevilla. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), 1498 al 1506. E-1505. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Acequias. 1:500. 1927. Plano de situación (Proyecto de nuevo paso inferior de la acequia Gorda por el río

Darro), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Carlos Fernández Casado. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), 1914 al 1945. E-1944. Granada.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Acequias. 1:5000. 1941. (Proyecto de mejora y canalización de la acequia real de la Alhambra, reparaciones previas a realizar en la acequia antes de construir la variante necesaria como consecuencia de la tormenta del 12 de septiembre de 1951, Francisco de P. Abellán Gómez; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28588, top. 26/36.

GRANADA (Municipio). Darro (Río). Acequias. Sin escala. 1940. Croquis de la Acequia del Rey, situación y división en trozos, Francisco de P. Abellán Gómez; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28588, top. 26/36.

GRANADA (Ciudad). Darro (Río). Acequias. 1:5000. 1940. Proyecto de mejora y canalización de la acequia real de la Alhambra, planta general de situación, Francisco de P. Abellán Gómez; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28588, top. 26/36.

DARRO (Río, Granada). Ríos - Encauzamiento. 1:50000. 1944. Defensa de la ciudad de Granada contra las avenidas del río Darro, informe de la Jefatura, Plano general de la cuenca con las distintas soluciones de las obras fundamentales para defensa de la población, Enrique Gómez; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sección de Granada). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28636, top. 26/37.

DARRO (Río, Granada). Ríos-Encauzamiento. 1:50000. 1944. Informe sobre las causas de la rotura del encauzamiento cubierto del río Darro en Granada, con motivo de la crecida del día 12 de septiembre de 1951, ordenado redactar por orden de 18 de octubre del mismo año, plano general de la cuenca, Francisco de P. Abellán; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sección de Granada). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28636, top. 26/37.

DARRO (Río, Granada). Topografía. 1:2000. 1944. Informe sobre las causas de la rotura del encauzamiento cubierto del río Darro en Granada, con motivo de la crecida del día 12 de septiembre de 1951, ordenado redactar

por orden de 18 de octubre del mismo año, perfil del río Darro desde el puente de S. Juan hasta su confluencia con el Genil y secciones, Francisco de P. Abellán; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sección de Granada). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28636, top. 26/37.

DARRO (Río, Granada). Ríos-Encauzamiento. 1:50000. 1944. Defensa de la ciudad de Granada contra las avenidas del río Darro, plano general de la cuenca, José Luis López; (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sección de Granada). (AGA) Archivo General de la Administración, leg. 28636, top. 26/37.

HUELVA (Ciudad). Planos de población. 1:5000. 1881. Plano de Huelva, Proyecto del Alcantarillado y adoquinado de sus calles, Juan Ballesteros, Ayudante de Obras Públicas del Ayuntamiento de Huelva. Archivo Municipal de Huelva. Leg. Núm. 622. Clasifc.4-1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1922. Proyecto de Alcantarillado de la carretera de Gibraleón desde la calle García Cabañas a la de Benot, José María Pérez Carasa, Arquitecto. Archivo Municipal de Huelva. Leg.631. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1923. Proyecto de Alcantarillado de la carretera del Matadero, José María Pérez Carasa, Arquitecto. Archivo Municipal de Huelva. Leg.631. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1921. Proyecto de Alcantarillado de la carretera de Gibraleón desde la colectora a García Cabañas, José María Pérez Carasa, Arquitecto. Archivo Municipal de Huelva. Leg.631. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Gibraleón (Carretera). Alcantarillado. 1:1000. 1922. Proyecto de Alcantarillado de la Carretera de Gibraleón entre la calle García Cabañas y la Plaza XII de Octubre. Archivo Municipal de Huelva.

HUELVA (Ciudad). XII de Octubre (Plaza). Alcantarillado. 1:1000. 1922. Proyecto de Alcantarillado desde la Plaza XII de Octubre a la calle de García Cabañas, Perfil longitudinal. Archivo Municipal de Huelva.

HUELVA (Provincia)*. Alcantarillado. 1:2000. 1952. Trazado General (del alcantarillado), Planta. Archivo de la Diputación Provincial de Huelva.

HUELVA (Provincia). Alcantarillado. 1:2000. 1952. (Proyecto de alcantarillado), Perfil Longitudinal. Archivo de la Diputación Provincial de Huelva.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1894. Plano general de emplazamiento. AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– Caja 1133, exp. 42, doc. 2, h. 1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:4000. 1902. Plano general, (Proyecto de un nuevo desagüe de la alcantarilla colectora en la ciudad de Huelva), el Ingeniero director facultativo F. Montenegro, (Junta de Obras del Puerto de Huelva). AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– Caja 1143, exp. 69, pl.1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:3000. 1898. Plano general, (alcantarilla colectora que se proyecta en la ciudad de Huelva), el Ingeniero director facultativo Joaquín Rodríguez Leal, (Junta de Obras del Puerto de Huelva). AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– Caja 1143, exp. 69 (bis), pl.1.

HUELVA (Puerto). Alcantarillado. 1:2000. 1936. Plano general de alcantarillado (del puerto de Huelva), J. Bravo, (Junta de Obras del Puerto de Huelva). AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– Caja 10877.

HUELVA (Puerto). Alcantarillado. 1:2000. 1933. Plano general de las zonas de los muelles, Red de alcantarillado, Pablo Suárez, (Junta de Obras del Puerto de Huelva). AGA. Archivo General de la Administración –Obras Públicas– Caja 11789.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1926. Proyecto de alcantarillado de los distritos de la Merced, Concepción y San Pedro, Plano de los sectores de la colectora entre Cala y Molino de la Vega. Juan Hereza García, Ingeniero de Caminos. Archivo Municipal de Huelva. Leg. 634. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Nicolás Salmerón (Avenida). Alcantarillado. 1:1000. 1927. Alcantarillado y pavimentación de la Avenida Nicolás Salmerón. Juan Hereza García, Ingeniero de Caminos. Archivo Municipal de Huelva. Leg. 634. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Guatemala (Avenida). Alcantarillado. 1:1000. 1944. Proyecto de alcantarillado de la Avenida de Guatemala. Eligio Vallejo Tirado, Ingeniero municipal. Archivo Municipal de Huelva. Leg. 639. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Carnicero (Cuesta). Alcantarillado. Sin escala. 1915. Proyecto de alcantarillado de la Cuesta del Carnicero al Molino de la Vega. José María Pérez Carasa, Arquitecto. Archivo Municipal de Huelva. Leg. 639. Clasif. 4.1.

HUELVA (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1929. Plano en donde hará la acometida la Compañía de Zafra a la Alcantarilla proyectada en la avenida de enlace. Puerto Autónomo de Huelva. Archivo. Carpeta núm. 51.

HUELVA (Puerto). Alcantarillado. 1:2000. 1929. Puerto de Huelva, plano general de las zonas de los muelles: red de Alcantarillado, (Junta de Obras del Puerto de Huelva). (AGA) Archivo General de la Administración –Obras Públicas– caja 359, exp. 99, doc. 2, h. 1.

JAEN (Ciudad). Alcantarillado. 1:1000. 1948. Plano de la zona N.E. del ensanche de Jaén, Alcantarillado. Archivo Municipal de Jaén. L.O.U.42 (1).

JAEN (Ciudad). Alcantarillado. 1:2000. 1959. Plano del esquema del alcantarillado del plan de ordenación de la zona sur "La Glorieta" del Plan General de Jaén, Juan Ortega Cano, Ayuntamiento de Jaén. Archivo Municipal de Jaén. L.O.U.45 (2).

JAEN (Ciudad). Alcantarillado. 1:500. 1943. Plano planta general del proyecto de alcantarillado de la zona 2ª del ensanche. Trozo 1º, José María Álvarez, Ayuntamiento de Jaén. Archivo Municipal de Jaén. Sin número de registro.

JAEN (Municipio). Alcantarillado. 1:5000. 1958. Plano de emplazamiento y situación del colector de aguas residuales, Fábrica de Galletas G.C.H. en Jaén; Ingeniero de Caminos Manuel Tercero. Archivo Comisaría de Aguas (Sevilla), E-2300-2320. Concesiones Jaén. Del E-121-Jaén al E-142-Jaén. Concesiones. E-138-Jaén.

MALAGA. Alcantarillado. 1:5000. 1945. Proyecto de pavimentación y alcantarillado de la 2ª zona del muelle nº 4, plano general del puerto con situa-

ción de las obras, Junta de Obras y Servicios del Puerto de Málaga, el ingeniero director T. Brioso. (AGA) Archivo General de la Administración –Obras Públicas– caja 11556, exp. 5490, pl.1.

SEVILLA (Ciudad). Ingeniería hidráulica. 1:1000. 1900. (Plano General). (Hoja núm. 1), Director D. José Ochoa y Parias: Compañía Sevillana de Saneamiento y Urbanización. Archivo Municipal de Sevilla. C.A. 1900, Alcantarillado, sign. 9.

SEVILLA (Ciudad). Ingeniería hidráulica. 1:5000. 1900. (Planos, perfiles y obras auxiliares del colector, nº 1) (Hoja núm. 2), Director D. José Ochoa y Parias: Compañía Sevillana de Saneamiento y Urbanización. Archivo Municipal de Sevilla. C.A. 1900, Alcantarillado, sign. 9.

SEVILLA (Ciudad). Ingeniería hidráulica. 1:5000. 1900. (Plano y perfil del colector, nº 2), Director D. José Ochoa y Parias: Compañía Sevillana de Saneamiento y Urbanización. Archivo Municipal de Sevilla. C.A. 1900, Alcantarillado, sign. 9.

SEVILLA (Ciudad). Ingeniería hidráulica. 1:5000. 1900. (Plano, perfil y obras auxiliares del conducto de impulsión a las cámaras de tratamiento) (Hoja núm. 5), Director D. José Ochoa y Parias: Compañía Sevillana de Saneamiento y Urbanización. Archivo Municipal de Sevilla. C.A. 1900, Alcantarillado, sign. 9.

5.4. Documentación histórica

- *El problema sanitario.* Pablo Alzola Minondo. Revista de Obras Públicas. 1886.

- *Saneamiento de Poblaciones.* García Faria, Pedro. Revista de Obras Públicas. 1886.

- *Depuración bactérica de las aguas de alcantarillado.* Revista de Obras Públicas. 1901.

- *Saneamiento e higienización de España. 1921.* Muñoz Antuñano, Luis.
  - Discurso de Pedro García Faria en el Instituto de Ingenieros Civiles. 1920.

- *Memoria relativa a la Exposición higiénica de Londres de 1884.* José Antonio Rebolledo.
  - Saneamiento.

- *Expedientes de obras de alcantarillado en Granada. 1536 a 1798.*

- *Expediente sobre la cubrición del río Darro en Granada. 1869.*

- *Expedientes sobre el alcantarillado en la Gran Vía de Granada. 1899 a 1908.*

- *Obras de Alcantarillado de Sevilla.* Ochoa y Parias, José. Revista de Obras Públicas. 1901.

- *Saneamiento de Poblaciones españolas. Sevilla. 1902.* Angel Pulido Fernández.
  - Discurso de Pedro García Faria en el Instituto de Ingenieros Civiles. 1920.
  - Indice.
  - Necesidad de Saneamiento en Sevilla.
  - El sistema Waring de Alcantarillado.
  - Razones de la liga de propietarios.

    7ª. Sobre los pozos negros.

    13ª. Sobre la depuración biológica.
  - Planos del Proyecto de Alcantarillado de Sevilla. 1901.
- *Proyecto de alcantarillado general de Málaga. 1880.* José María de Sancha Valverde.
  - Honorarios de redacción del Proyecto.
  - Extracto de la Memoria del Proyecto.

El problema sanitario.

Pablo Alzola Minondo.

Revista de Obras Públicas. 1886.

EL PROBLEMA SANITARIO.

I.

Uno de los ramos en que se ha hecho más palpable el adelanto científico en estos últimos años es el de la higiene pública y privada, desde que se ha probado experimentalmente la influencia deletérea que ejercen sobre nuestro organismo la rápida reproducción de microscópicos microbios, cuyos gérmenes se multiplican prodigiosamente, en los alimentos, en las bebidas y especialmente dentro de las habitaciones desaseadas y mal acondicionadas en su sistema de evacuación de aguas sucias, y pocos estudios encierran tanta entidad y trascendencia como los concernientes á esta parte de la sociología, que investiga y analiza las condiciones de las poblaciones, por medio de laboriosos y detenidos cuadros estadísticos, á fin de aplicar el remedio que el estado de la ciencia aconseja para disputar á la parca millares de existencias y alcanzar el inestimable beneficio del mejoramiento de la salubridad de los pueblos y del aumento de la longevidad de sus moradores.

Hace dos años que tuvimos ocasión de trazar algunas ligeras indicaciones del asunto en la Memoria relativa á la información sobre la mejora ó bienestar de las clases obreras en la provincia de Vizcaya, consignando la autorizada opinión del *Sanitary Institute*, de que la mortalidad puede reducirse en una tercera parte ó una mitad, por medio del saneamiento de las poblaciones y sus viviendas, rebajándola en las ciudades nuevas hasta el inverosímil contingente de 10 defunciones por 1.000 habitantes; y ante estas afirmaciones, que abren tan halagüeñas esperanzas para combatir con eficacia esos invisibles, pero formidables enemigos, que causan verdaderos estragos; y después de la invasión colérica del año pasado, que

diezmó tantos pueblos, parecía que debía fijarse la atención algo más en nuestra patria respecto del mejoramiento sanitario; pero preciso es confesar que la opinión pública sigue preocupándose poco de una cuestión tan vital, y á la que se consagran prolijos estudios y trabajos en algunas otras naciones.

No quiere esto decir que haya pasado inadvertido este género de asuntos, pues han transcurrido cerca de 20 años desde que el ilustre Ingeniero D. Ildefonso Cerdá publicó su voluminosa obra titulada *Teoría general de la urbanización*, en la que desenvolvió sus profundas investigaciones acerca de la formación y desarrollo de las poblaciones. Tropezábase entonces con la dificultad de la carencia de datos estadísticos, cuyo vacío vino á suplir hace ocho años el *Boletín mensual de estadística demográfico-sanitaria de la Península é islas adyacentes*, que empezó á publicar la Dirección general de Beneficencia y Sanidad, gracias muy principalmente á la iniciativa del Excmo. Sr. D. Cástor Ibáñez de Aldecoa, recopilando resúmenes muy útiles para el estudio de la intensidad mayor ó menor de nacimientos y defunciones en sus relaciones comparativas por provincias y con las principales capitales del extranjero, ilustrados con pormenores concernientes á las enfermedades y accidentes que motivaron los fallecimientos, edad de los que sucumbieron, origen legal de los nacidos, observaciones meteorológicas, mapas del movimiento de la población en cada semestre y cuadros gráficos para hacerlo más palpable.

Cuéntase, pues, con una base que, aun cuando no está exenta de errores, puede servir de guía para que nos podamos formar una idea algo aproximada de las condiciones higiénicas de cada población; pero por efecto quizás de haber abarcado un plan excesivamente vasto, y á causa sin duda de la escasez de recursos con que tan á menudo se lucha en España, se da el lastimoso espectáculo de haber suspendido la publicación del mencionado *Boletín* desde el año pasado, y como tampoco se tuvo cuidado de hacer circular y dar la debida publicidad á los datos coleccionados, resulta que sólo se hallan al alcance de contadas personas, habiendo sido por lo tanto menos fructíferos de lo que debían los recuentos deducidos después de trabajos tan complicados.

El Dr. D. Francisco Méndez Álvaro, Presidente de la Sociedad española de Higiene, resumió el 15 de Junio de 1882 la discusión relativa á la mortalidad de Madrid, que ocupó diez sesiones, reconociendo que la ordinaria es muy superior á la de casi todas las grandes poblaciones de Europa y América, elevándose anualmente de 40 á 44 por 1.000 habitantes. Atribuyó tal resultado á sus condiciones topográficas y climatológicas, á las emanaciones telúricas que facilitan las fermentaciones y tal vez el desarrollo de microorganismos infecciosos, al sistema imperfecto de evacuación

de las aguas inmundas y de las que han servido para los usos domésticos, á la situación de los hospitales en el centro de la capital y á los defectos de la alimentación y policía de los mercados.

El Ingeniero de caminos D. Pedro García Faria leyó en el Ateneo de Barcelona, el año 1884, una Memoria, notable por más de un concepto, titulada *Condiciones sanitarias de Barcelona*, en la que ahondó el problema de la mortalidad después de una investigación paciente y laboriosa, á fin de establecer el paralelo entre la ciudad condal y otras capitales bajo diversos aspectos, reproduciendo al efecto varios datos del profundísimo trabajo del Sr. Cerdá, que estudió la mortalidad en las diversas clases sociales por edades y sexos, y según los pisos más ó menos elevados de las casas, la orientación y latitud de las calles, densidad de las manzanas, etc., que ejercen una influencia muy marcada, así como los defectos del alcantarillado y los desprendimientos maláricos del delta del Llobregat, y después de indicar los remedios que á su juicio deben aplicarse, concluye manifestando que considera factible reducir la mortalidad desde el 32,5 al 20 por 1.000, salvando así 3.313 habitantes de las garras de la muerte en cada año, para lo cual debe imitarse el ejemplo de esas ciudades, que no han vacilado en imponerse algunos tributos para tan humanitaria empresa, regocijándose después con el brillante éxito conseguido en el mejoramiento de su salubridad.

El profesor de la Escuela de Ingenieros de caminos, D. J. A. Rebolledo, redactó, después de estudiar detenidamente en Inglaterra las instalaciones higiénicas de varias poblaciones, otro luminoso trabajo, que aun permanece inédito, gracias á la escasa diligencia de nuestra Administración, y la *Revista de España* acaba de insertar un concienzudo estudio de D. J. Jimeno Agius, que titula «Madrid, su población, natalidad y mortalidad», en el que utilizando los datos de la estadística demográfica concerniente al quinquenio de 1880-84, hace el examen comparativo de la coronada villa con las 13 ciudades españolas cuya población excede de 50.000 almas y con las principales del extranjero.

Los nacimientos en dicho período fueron 15.115 y el tributo funerario de 16.281, lo cual da respectivamente para coeficientes medios 3,90 por 100 y 4,10, ó sea un déficit anual de 0,20; es decir, la disminución de dos habitantes por cada 1.000 de la capital; pero antes de pasar adelante hemos de llamar la atención acerca de un error de gran bulto en que se basan los datos de la estadística demográfica, que no han tenido en cuenta el Sr. Jimeno Agius y otras personas que han tratado de la mortalidad de Madrid, que consiste en asignarle una población inferior á la del censo de 31 de Diciembre de 1877, siendo así que el aumento del vecindario de la corte ha sido muy acentuado, excediendo actualmente de medio millón de almas;

de manera que si en ocho años ha crecido en 110.000, debe admitirse aproximadamente para el censo medio del mencionado quinquenio 450.000 habitantes, con lo cual la mortalidad se reduce á 3,6 en vez de 4,10 y la natalidad á 3,40, resultados que si bien están lejos de ser satisfactorios, no son tan alarmantes como se ha supuesto, por falta de aquella rectificación tan esencial (1).

La estadística comparativa demuestra que solamente en Lorca, Cartagena, Murcia y Palma, ó sea en cuatro de las ciudades que exceden de 50.000 almas, ha habido superávit de nacimientos sobre las defunciones, ocurriendo lo contrario en Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Zaragoza, Valladolid, Granada, Málaga, Cádiz y Murcia; pero proponiéndonos examinar el asunto con relación á Bilbao, dejamos para más adelante entrar en un examen detenido de los datos que más nos interesen, y concretándonos para ello á esta región de la Península, preciso es reconocer que no es de las que han quedado más rezagadas en el estudio de los problemas sanitarios.

Hace quince años que publicó el Dr. D. José Gil y Fresno el libro *Higiene física y moral del bilbaíno*, en el que dilucidó con gran competencia la cuestión, dado el estado de la ciencia en aquella época. En 1869 presentó el Alcalde de esta villa al Excmo. Ayuntamiento un interesante trabajo bajo el epígrafe de «Informe sobre el movimiento de la población de Bilbao», y en 1873 tuvimos que bosquejar también las cuestiones relacionadas con la estadística demográfica los autores de la *Memoria del proyecto de ensanche de Bilbao*, pero no puede menos de reconocerse que desde entonces se han hecho grandísimos adelantos en los medios de combatir la mortandad excesiva.

El distinguido Ingeniero inglés Sr. W. Gill, Director de la Compañía Orconera, ha redactado recientemente un folleto titulado *Apuntes sobre el modo de disponer de la escoria é inmundicias en el distrito minero de Triano*, en el que trata con conocimiento y sentido práctico de los procedimientos especiales que conviene adoptar para el saneamiento de aquel extenso distrito, pues por lo quebrado del terreno, la escasez de aguas y la índole transitoria de gran parte de las viviendas, que dependen de la marcha y término de las explotaciones mineras, no es aplicable á algunas barriadas el sistema de canalización subterránea y de abastecimiento de aguas, tal como se adopta en los centros de población debidamente urbanizados, estudio que ha servido de base á los trabajos que por cuenta de la Diputación provincial y de las Sociedades mineras se están ejecutando para el saneamiento de la cuenca.

(1) La rectificación del censo, hecha en 1881 por el Ayuntamiento de Madrid, arroja 475.568.

El ilustrado médico D. S. Lorente, dió durante el último invierno una interesante conferencia en la Sociedad *El Sitio* acerca de la mortalidad de Bilbao, que la examinó bajo diferentes aspectos, encontrándola demasiado elevada, añadiendo que era inútil que con argucias sutiles y suposiciones optimistas se tratase de disputar al mal toda su magnitud, extendiéndose en la explicación de las causas que, á su juicio, contribuían á producirla.

Por último, acaba de publicar nuestro convecino D. Manuel de Ayarragaray la traducción de la obra del médico inglés Sr. J. Pridgin Teale, titulada *La salud en peligro en las casas mal acondicionadas*, libro esmeradamente impreso é ilustrado con 70 grabados, con el cual ha prestado un servicio importante á Bilbao y aun á la nación, llamando la atención pública hacia un tratado utilísimo y de gran mérito, por la claridad de la exposición y conocimiento práctico del asunto, que se dilucida con sencillez y sin dogmatismo científico, que es lo que conviene para difundir y vulgarizar los preceptos higiénicos.

Dedicada esta traducción al Excmo. Sr. D. Segismundo Moret y Prendergast, comienza por la carta-prólogo, debida á la elegante pluma del Ministro de Estado, en la que felicita calurosamente al Sr. Ayarragaray por su trabajo, que ha de producir un bien infinito, disputando á la muerte muchas existencias, y aprovecha la ocasión para exponer algunas de sus ideas sobre las cuestiones sanitarias.

Laméntase de que la Administración municipal de Madrid deje elevar á 4,5 (1) por 100 el contingente de la mortalidad, cuando los ingleses consideran que el 2,0 es el tributo mayor que deben pagar los seres vivientes. Señala el conocimiento práctico de las cuestiones sanitarias que ha adquirido en sus viajes al extranjero, afirmando que estas tristes estadísticas encuentran su principal auxiliar en el interior de la casa, donde se desarrollan gérmenes morbosos que envenenan la atmósfera vital y que influyen en nuestra economía más que los focos de infección de la calle y del muladar.

(Se continuará.)

P. DE ALZOLA.

(1) Ya hemos dicho que, por fortuna, este coeficiente procede de errores de la estadística oficial y que, en realidad, es de 3,6, aunque todavía resulta muy elevado.

MADRID: 1886.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo.

EL PROBLEMA SANITARIO.

I.

(Conclusión.)

Explica que el origen del contagio del garrotillo, de la difteria y del tifus procede de las emanaciones de las letrinas, y recomienda la aplicación de sifones en las cañerías y comunicaciones con las cloacas, como el preservativo más eficaz para impedir el paso de esos gérmenes mortales.

El traductor, á su vez, explica en un luminoso proemio sus propósitos, que consisten en despertar la atención y llevar á los ánimos el convencimiento de la importancia capital de la higiene, tanto en las viviendas como en los distritos rurales y centros de población.

(1) *Revue générale des chemins de fer*, Juillet, 1885.

Consigna el axioma de que una población sana es fuente de riqueza para la comunidad, por la disminución de los gastos improductivos de beneficencia, afirmando, y con razón, que la ciencia sanitaria descansa actualmente sobre solidísimas bases, y presenta en corroboración un estado de los resultados asombrosos que se han conseguido en Inglaterra con los trabajos sanitarios, disminuyéndose notablemente la mortalidad, especialmente en las fiebres tifoideas y la tisis, y que en el conjunto del Reino Unido arroja un contingente de sólo 1,9 por 100, cuando era de 3,5 no há muchos años; siendo también muy significativo que en una década se haya alargado el término medio de la vida en 1,14 años, lamentándose en cambio del número de defunciones en varias de las ciudades más importantes de España.

El Dr. Pridgin Teale se decidió á escribir este libro por haber observado en el ejercicio de su profesión que muchas enfermedades eran engendradas por lo defectuoso de las instalaciones para la evacuación de los residuos de las habitaciones, tanto por ignorancia de las prescripciones higiénicas, como por la falta de inspección en la colocación de tubos y conductos de desagüe, y se encamina á ilustrar á propietarios é inquilinos, bajo una forma sencilla, familiar y gráfica, de los defectos ordinarios del saneamiento de las viviendas y de la posibilidad de corregirlos, con cuyo objeto estampa las máximas sanitarias publicadas por la Sociedad nacional inglesa de higiene.

La parte principal de este libro puede decirse que la constituyen las láminas, cuyo lenguaje es verdaderamente el más expresivo, bastando para su inteligencia la sobria explicación que las acompaña, á fin de distinguir los desagües defectuosos de *waterclosets*, fregaderos, lavabos, cañerías de aguas llovedizas, etc., de los instalados con cierres hidráulicos, que aislan convenientemente las habitaciones de los gases desprendidos de las alcantarillas.

Bastan estas someras indicaciones para convencerse de los servicios que puede prestar en España la publicación de un tratado de carácter tan práctico, y vamos á añadir por cuenta propia algunas ligeras indicaciones acerca de la materia, pues no sería propio de este lugar entrar en extensos desarrollos concernientes á la ciencia, que abarca ya un campo muy extenso, en que la bibliografía ha adquirido vastas proporciones, y exige profundos estudios para ponerse al corriente de los sistemas más perfeccionados y que van prevaleciendo después de largas controversias.

Por lo demás, claro está que, en el saneamiento de las poblaciones, la buena evacuación de las aguas sucias de las casas sólo forma una parte integrante de los factores que intervienen, constando la ley inglesa de salubridad del año 1875 de 343 artículos nada menos, distribuídos en ocho

capítulos, á saber: 1.° Canalización de las poblaciones. 2.° Retretes. 3.° Limpieza de las calles. 4.° Distribución de aguas. 5.° Viviendas de los sotabancos y sótanos. 6.° Inmundicias. 7.° Oficios insalubres. Y 8.° Carnes malsanas, bastando este resumen para que se comprenda el plan metódico y de conjunto que se ha desarrollado con tan buen éxito en la nación inglesa.

La evacuación de los residuos domésticos se hace por distintos procedimientos; pero en la actualidad, y después de largas experiencias químicas y sociológicas, han tenido que reconocer los detractores de los sifones hidráulicos, que su eficacia es completa contra la entrada de gérmenes y fermentos en las viviendas, y suficiente también para evitar la invasión de los gases venenosos.

La forma de aquellos aparatos es variable, y es menester examinar cuidadosamente su disposición, para evitar que en épocas de ausencia de las casas, ó por otras causas, se produzca la evaporación del agua, cesando desde entonces en sus funciones, y además es indispensable rechazar los aparatos en que carezcan de ventilación todos los sifones, dotando también á los inodoros de un segundo tubo, destinado á este objeto, con separación del de caída, cuyo requisito lo consideran ya como indispensable muchas autoridades en la materia, después de las experiencias oficiales hechas por los Ingenieros de los Estados-Unidos por encargo de la oficina nacional de salubridad.

Los sistemas de canalización exterior para el transporte de las inmundicias son también muy variados: los hay neumáticos, de distintos inventores; de simple gravitación, entre los cuales se comprende el célebre de *tout à l'égout*; y los de evacuación á través de las casas, que pertenecen también á diferentes tipos, siendo los más característicos el alemán, el inglés y el americano.

Todo lo concerniente á las vías públicas requiere asimismo suma atención en el saneamiento de las poblaciones, para lo cual debe examinarse si hay causas de infección en el subsuelo, producidas por las filtraciones de las letrinas, los escapes de gas, retretes públicos, etc. El alcantarillado es también de primordial importancia, debiendo quedar completamente impermeables las paredes y estudiarse cuidadosamente su ventilación, sistema de registros, limpias, ramales, acometimientos, sifones, etc. Y por último, el alejamiento de los residuos á gran distancia de las ciudades es otro problema que da lugar á procedimientos mecánicos, químicos y de riegos agrícolas de suma variedad y que han motivado también largas controversias.

En prueba de los resultados obtenidos con los trabajos de saneamiento realizados por el sistema inglés, citaremos algunos ejemplos. Las invasiones coléricas, que produjeron tantos estragos en Europa en las primeras

epidemias, han resultado casi inofensivas en las ciudades bien saneadas; y sin ir más lejos, se probó el año pasado en Madrid, Bilbao, San Sebastián y otras poblaciones, cómo se les puede contener en su asoladora marcha, á pesar de las imperfecciones de que adolecen; pero el éxito ha sido aun más palpable en las enfermedades endémicas, como las fiebres tifoideas. Dantzik tenía una mortalidad de 3,87 por 100 el año 1869, que llegaba á 5,50 en algunos barrios, y después de construído el alcantarillado se ha reducido 2,86. Las víctimas de las tifoideas eran en 1871 9,9 por 10.000 habitantes, y se redujeron paulatinamente hasta 0,74 en 1879. En Francfort, cuando había en 1870 solamente 49 w. c., debidamente instalados, arrebataba aquella enfermedad 8,9 existencias por 10.000, y en 1881, con 25.000 de aquéllos, se redujeron á 1,10. En Hamburgo, desde 1844 á 1880, se ha disminuído también desde 4,85 á 1,05, y en cambio en París la mortalidad tifoidea por 10.000 almas ha aumentado de 1872 á 1882 desde 4,90 á 15,0, debiéndose tan desastroso resultado al atraso en que había quedado la capital del mundo civilizado respecto de las cuestiones de esta índole, y que valió á la administración municipal un juicio bastante severo de las celebridades sanitarias congregadas en la Exposición de higiene de Ginebra celebrada el año 1882.

En una palabra, el problema sanitario es sumamente complejo y difícil, pero de importancia capital para los pueblos y sus administradores, que están en el deber de hacer todo lo posible para disputar el fúnebre tributo, no sólo en los críticos períodos de peste, sino en tiempos normales, y que sólo en apariencia son bonancibles. Ocurre una invasión colérica, por ejemplo, y cunde el espanto y la consternación en los moradores de un pueblo, que en cambio permanecen tranquilos y como si vivieran en el mejor de los mundos si la guadaña sigue segando el mismo número de existencias que la epidemia más mortífera, con tal de que lo haga sin ostentación y valiéndose de las enfermedades corrientes y ordinarias.

No pretendemos con esto sembrar ninguna clase de alarmas; pero sí nos proponemos examinar en otro artículo con recta imparcialidad el estado del asunto en lo que concierne á la villa de Bilbao.

P. DE ALZOLA.

MADRID: 1886.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo.

Saneamiento de Poblaciones.

García Faria, Pedro.

Revista de Obras Públicas. 1886.

SANEAMIENTO DE LAS POBLACIONES.

DISERTACIÓN PRONUNCIADA POR EL PRESIDENTE DE LA SECCIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES DEL ATENEO BARCELONÉS, D. PEDRO GARCÍA FARIA.

Señores: Brevísimas son las frases que voy á dirigiros, encaminadas sólo á proponeros el plan que debe servir de base para la discusión de la luminosa Memoria leída por el Secretario, y á llamar vuestra atención acerca de la transcendencia suma del tema elegido por la Sección para el presente curso académico; tema que, además de su notoria importancia, reune la condición de ser de perenne actualidad y de ser de discusión más oportuna que en otras, más evidente en una época como la actual, en que nos hallamos amenazados de una nueva epidemia colérica, contra cuya reproducción se proponen mil medios preservativos más ó menos racionales, sin reparar que bajo el supuesto de que no sea posible impedir la importación del germen transmisible, el único medio de condenarle al no ser es el de evitar que halle terreno abonado ó propicio para su desarrollo.

Esto se logra precisamente sanando las poblaciones y procurando dotarlas de los requisitos indispensables para prolongar hasta el límite posible la edad media de la vida, y reducir en el mismo concepto la elevada mortalidad que se observa en los centros urbanos de todos los países, y especialmente en España. Veamos, en efecto, para comprobarlo, cuáles son las condiciones sanitarias de las 70 capitales de provincia y mayores poblaciones de nuestra nación, conforme á los datos deducidos de los Boletines publicados mensualmente por la Dirección de Beneficencia y Sanidad. De ellos se desprende que entre todas las 70 sólo hay 10 cuya mortalidad se halle comprendida entre 24 y 30 por 1.000; 35 la poseen variable de 30 á 40 por 1.000; en 22 oscila entre 40 y 50 por 1.000, y las tres restantes poblaciones cuentan una mortalidad que alcanza la elevada relación de 52 á 53 por 1.000: mientras esto ocurre aquí, sabemos que en Londres, en 1885, según el Pr. Corfiel, *medical officer of health* de Saint Georges Square, ha tenido una mortalidad de 20'3 por 1.000; 28 grandes poblaciones de Inglaterra y Escocia la han contado de 21'6 por 1.000; Darlington, Barow-in-Furness, Bourton-on-Trent, Hastings y Maidstone la han tenido menor de 16 por 1.000. Según el Dr. Simons, Weimar sólo ha tenido 14'31 por 1.000; Chicago, 20'41; Baltimore, 20'79; Cleveland, 10'60; San Francisco, 20'5; San Luis de Missouri, 21'3; New-Haven, 20'4; Cristianía, 20'8, y Croydon sólo 15 por cada 1.000 habitantes.

En Inglaterra mismo, donde tanto se ha trabajado para sanear las poblaciones, todavía asegura Guy que mueren anualmente 1.700.000 perso-

nas, cuya vida hubiera podido prolongarse por medios higiénicos; y Playfair y Guitan han calculado en 500 millones de francos la pérdida anual de salarios, suspensión de trabajos de los enfermos y de los que les cuidan, el coste de los gastos de la enfermedad y entierro y el mantenimiento de las viudas y de los huérfanos que carecen de medios de subsistencia.

El Director del servicio de Sanidad de Francia, Sr. Rochard, ha practicado interesantes investigaciones para averiguar el valor material que puede asignarse á la conservación de la vida humana, deduciendo que en Francia los gastos mortuorios ascienden á 940.686.444 francos anuales, y las pérdidas por enfermedades, gastos de medicinas y pérdidas de trabajo á 708.020.583 francos; sumando en total una cantidad que excede de la mitad del presupuesto anual de gastos de la vecina nación; dicho higienista resume sus trabajos, que tienden á demostrar la transcendencia de reducir la mortalidad y enfermedades, aun bajo el concepto económico, en las siguientes conclusiones:

1.ª Todo gasto hecho para procurar la higiene es una economía.

2.ª Nada produce más dispendios que las enfermedades, si se exceptúa la muerte.

3.ª Para las sociedades, el despilfarro que consienten de la vida humana es el gasto más ruinoso de todos.

Vemos, pues, que el promedio de mortalidad anual de las 70 capitales y mayores poblaciones de España se aproxima al 40 por 1.000, ó sea al doble de la que tiene Londres y otras metrópolis manufactureras, en las cuales el clima y las causas de insalubridad son mucho más desfavorables para la vida que en aquellas á las que debiera corresponder una proporción muy reducida si estuvieran conformadas á lo que previenen los adelantos modernos de la higiene.

Estos son los que en síntesis erudita y metódica se hallan resumidos en la Memoria que ha de servirnos de base para nuestros estudios, y en la cual se expresan los tres conceptos, legal, médico y constructivo, bajo los cuales puede considerarse el tema elegido por la Sección, y que corresponden á otras tantas agrupaciones de los ramos del saber humano.

Bajo el aspecto legal cabe, señores, discutir si las obras de saneamiento de las poblaciones pueden quedar á la discreción del individuo, ó si su iniciativa y realización corresponden á la colectividad, y en este último caso si al Estado, á la provincia, al Municipio ó á qué entidad administrativa compete costear dichas obras; además, debería examinarse si nuestra organización sanitaria satisface á las presentes necesidades de los poblados; si la legislación del ramo cumple con los fines de la higiene, y si debería haber la completa separación que hoy existe entre las autoridades, que pueden ordenar tan sólo la realización de aquellas medidas que acomodan á sus

fines particulares, y las corporaciones sanitarias reducidas, en consecuencia, al papel secundario de meras juntas consultivas.

Respecto al punto de vista médico del tema, es muy vasto el campo abierto á los ilustrados facultativos que cuenta la Sección en su seno, pudiendo examinarse la influencia de la salubridad de los poblados en la tisis, escrófula, tifus, fiebres y demás enfermedades epidémicas, infectivas ó contagiosas; en una palabra, podría razonarse la manera de obtener el decrecimiento y desaparición de todas las enfermedades evitables, mediante el empleo de los procedimientos exigidos por la higiene ó ciencia de la salud.

Finalmente, el aspecto constructivo abarca el estudio de las muchas obras que ésta reclama para combatir las multiplicadas causas de destrucción que atacan al hombre, y especialmente desde que éste se reune en colectividades, formando agrupaciones numerosas. Aquí cabría, pues, examinar las obras que deben practicarse para el saneamiento de las comarcas, de los campos, pequeños poblados, de las urbes, así en la parte viaria como en la interviaria; el carácter que debe adoptarse para estas obras, si el decidido y enérgico con que las plantean los países más ilustrados en todos los ramos, ó el contemporizador, que priva en las naciones atrasadas, como la nuestra, en la que el interés individual se sobrepone á todo progreso que no redunde en su beneficio exclusivo. Todos estos estudios deberían estar acompañados de los estadísticos y demográficos, que constituyen el verdadero barómetro de la situación sanitaria de las agrupaciones humanas.

El plan que acabo de proponeros, y que podeis modificar ahora mismo ó en cualquier momento de la discusión del tema, permite que los abogados, los médicos, los ingenieros, los arquitectos, los higienistas, todos, en fin, puedan aportar al campo de la ciencia sus múltiples luces y conocimientos, de los cuales ha de resultar como triste contraste, la diferencia entre lo que son y deberían ser las poblaciones españolas. Varios son los señores socios, cuyos nombres están incluidos en la lista para tomar parte en la discusión del tema, y espero que muchos más serán los que con ellos querrán compartir la gloria de haber promovido, por primera vez en público, el estudio de un problema tan vital, tan transcendente, tan humanitario como éste, que tiende á demostrar que en sólo 70 poblaciones de España podrán economizarse anualmente más de 112.000 defunciones, y que la Administración, al consentir que nuestras vidas se desarrollen en un ambiente impuro, ó que el vecino infecte nuestras moradas, enviando á ellas el virus tifódico, varioloso, ó de otra índole cualquiera, comete una falta idéntica á la del hombre que contempla impávido la perpetración de un crimen que pudo evitar á su debido tiempo. Y no se crea que esta es una mera hipó-

tesis exenta de realidad, pues practicando las obras de saneamiento se ha logrado en París, la antigua Lutecia, reducir la mortalidad que, según Villerme, era de 50 por 1.000 en el siglo XIV y de 32 por 1.000 en 1825, á 24 por 1.000 en 1880, esto es, se ha rebajado á menos de la mitad; Dantzig, por medio de obras de saneamiento, incompletas, redujo su mortalidad en la proporción de 21 por 100; Norwood, 35'63 por 100, y Hamburgo en la de 54'64 por 100; en la de Roma quedó tan descuidada é insana cuando los Papas se trasladaron á Aviñón, que la insalubridad redujo á solos 17.000 habitantes su numerosa población; Malvern, según el testimonio del célebre E. Chadwick, ha reducido su mortalidad á la limitada proporción de 8 por 1.000 habitantes. Londres, bajo el reinado de Isabel, tenía una mortalidad de 40 por 1.000, que recientemente ha reducido, en algunas ocasiones, á 16 y aun á sólo 13 por 1.000.

En Londres se demolió una barriada de casas viejas y malsanas, castigadas con la crecida mortalidad de 50 por 1.000; reconstruídas las casas y reformado el barrio con arreglo á los preceptos higiénicos, las defunciones se redujeron á 13 por 1.000. La mortalidad media de Londres, que en 1854 era de 24 por 1.000, variaba con la insalubridad de los barrios al punto que en los más sanos era de 13 por 1.000 y ascendía á 33 por 1.000 en los hacinados. En Barcelona mismo, sin ir más lejos, manzanas hay en que la mortalidad es sólo de 13'4 por 1.000, mientras en otras alcanza á 53'6 por 1.000, ó sea cuatro veces mayor, y en unos distritos la proporción mortuoria es mayor en un tercio que en otros.

Esto, que ocurre con la mortalidad endémica, sucede de igual modo con la epidémica, por cuya causa hemos visto azotados severamente durante el cólera de 1884 y 1885, poblaciones tan sucias ó insalubres como Marsella, Spezzia, Nápoles, Palermo, Barcelona, Granada, Zaragoza, Manresa, Suria y otras muchas poblaciones españolas, en tanto que observamos cómo permanecen indemnes ó poco menos, poblaciones como París, Cardiff, Londres y otras, á las cuales se importó el germen colérico, pero fué debidadamente combatido y no halló condiciones apropiadas para su desarrollo.

En los insalubres manicomios de Reus, de San Baudilio y algunos otros de cerca de Barcelona, respecto de los cuales se ocultó la verdad, ha ocurrido una horrible mortalidad de $\frac{8}{28} = \frac{1}{3}$, $\frac{100}{700} = \frac{1}{7}$ y $\frac{60}{300} = \frac{1}{5}$ próximamente de los asilados, cosa que no es de extrañar conociendo la organización y circunstancias de dichos establecimientos.

En Barcelona también observamos que durante la última epidemia, las calles estrechas, lóbregas y malsanas resultaron fuertemente castigadas, mientras las anchas y menos insalubres sólo han sufrido débilmente. De las 18 calles en que la mortalidad por cólera excedió de 10 individuos, no hay

una sola que pertenezca al ensanche; y mientras las calles de Amalia, Carretas, Salvador y Tigre han contado una mortalidad de 17 personas y la de Poniente 25, las Ramblas y el Paseo de Gracia sólo han tenido dos defunciones durante toda la epidemia; así es que la población, barrio ó calle que sea de ordinario malsana, se halla sumamente expuesta á sufrir cruelmente en cuanto se presente, con carácter epidémico, una enfermedad cualquiera, de igual suerte que un ejército desmoralizado, mal racionado ó desprovisto de los medios indispensables para el ataque y la defensa, corre en el caso de un combate, gran peligro de ser derrotado en cuanto el enemigo le presente la primer batalla, sin que produzcan resultado alguno decisivo los actos de valor realizados por determinadas individualidades, como tampoco lo producen los rasgos de heroísmo llevados á cabo por los celosos facultativos, que se esfuerzan en combatir aisladamente los efectos de ciertas enfermedades que obedecen á una causa general superior á los medios de curación y á la resistencia misma del organismo humano.

El Dr. Rouvier termina su dictamen acerca de la epidemia colérica de 1849 en París, declarando que el solo medio de prevenir la vuelta del azote es dar aire á los barrios hacinados, sanear las calles y habitaciones, y mejorar la suerte de las clases pobres, inspirándoles el espíritu de orden y de moralidad.

En el extranjero, así en Francia como en Inglaterra, Alemania y otras muchas naciones, se ha comprendido perfectamente la influencia que en la salud de los individuos tienen las condiciones higiénicas de las comarcas, pueblos y viviendas, por cuyo motivo se han creado numerosas comisiones que trabajan activamente para el saneamiento de estos continentes de la familia y sociedad humana, fijándose muy principalmente en las habitaciones y locales insalubres, cuya existencia es un peligro constante para las poblaciones que las cuentan en su seno. Estas casas están, en general, habitadas por gente pobre y falta de recursos, de vida media muy corta, que por carecer de agua y otros medios de saneamiento, se habitúan á la suciedad y engendran la infección, que más tarde alcanza á los barrios ricos y opulentos, cuyos individuos, por humanidad y hasta por egoísmo, deberían procurar á todo trance la desaparición de las citadas viviendas, que contaminan á las demás, de igual suerte que lo hacen las frutas podridas respecto á las sanas que tienen á su alrededor. En Inglaterra, desde que en cualquier barrio excede la mortalidad de 27 por 1.000, se envía un inspector de policía, investido de poderes latos, para reformar las habitaciones insalubres, y todo el mundo acata este procedimiento, que tiende únicamente á coartar el abuso de libertad, del que no sólo permite el riesgo de su vida, sino que expone la de sus semejantes.

Hora es, pues, ya, señores, de que en España, donde los conocimientos

higiénicos van más de medio siglo atrasados respecto á los del Reino Unido, se vigorice la opinión pública y exija á los poderes constituídos que, cuidando del bienestar moral y material de los pueblos más bien que de entrar en discusiones egoístas, personales é inútiles, procuren disputar á la Parca las preciosas víctimas que la insalubridad arrebata anualmente á España, y que la desangran mucho más gravemente que las funestas y lamentables guerras civiles y separatistas que tan empobrecida la han dejado durante estos últimos años. Pero para ello es preciso que nuestro pueblo sacuda la ingénita pereza y rutina que le embargan; que abandone ese fatalismo musulmán heredado de nuestros conquistadores los árabes, pues de otra suerte, el español morirá como aquel que se empeñó y consiguió bajar á la tumba, sin que para ello contase otra causa que su desidia y el malestar á que se entregó temiendo la muerte, y exclamando constantemente *me muero*.

En consecuencia, señores, esta Sección, que cuenta en su seno á varias de las más preclaras inteligencias de Barcelona en todos los ramos del saber humano, espero dará una brillante muestra de su fecunda vitalidad acudiendo á la discusión, para producir la luz que ha de esclarecer los problemas apuntados por el Sr. Secretario, y tal vez engendrará una reacción general eminentemente beneficiosa para la nación entera.—He dicho.

P. García Faria.

Depuración bactérica de las aguas de alcantarillado.

Revista de Obras Públicas. 1901.

Año XLVIII. Madrid 10 de Octubre de 1901 Núm. 1359

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. Manuel Maluquer, Ingeniero 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.**

DEPURACIÓN BACTÉRICA DE LAS AGUAS DE ALCANTARILLA (1)

En el mes de Noviembre de 1900, el Sr. F. Launay fué designado para ir á Inglaterra á estudiar los nuevos procedimientos de depuración de las aguas de alcantarilla, y consignó en una notable memoria las observaciones que recogió durante su viaje. Esta memoria es digna de que en ella fijen su atención las administraciones públicas y los Ingenieros sanitarios. En ella verán expuesto con admirable claridad y exactamente puesto en su punto, uno de los más interesantes problemas de actualidad. El Sr. Launay hace resaltar, con una imparcialidad que le honra, las múltiples ventajas que ofrece el tratamiento biológico de las aguas negras para las poblaciones que deben renunciar á la depuración por el suelo.

Desde hace diez años, la depuración biológica ó bactérica de las aguas de alcantarilla ha sido objeto en Inglaterra de experimentos que han demostrado la posibilidad de destruir la materia orgánica de las aguas negras, utilizando sencillamente la actividad vital de los microbios que contiene. Y no solamente son las substancias disueltas las que pueden sufrir este tratamiento, los microorganismos dan buena cuenta también de las materias putrescibles que van en suspensión en el agua. Según la facultad que estos microbios poseen de prosperar en presencia del aire ó privados de aire, se les distingue en aerobios y anaerobios, y hay también algunas especies que gozan de la propiedad de multiplicarse indiferentemente en contacto con el aire ó al abrigo de él. Las especies que se encuentran en las aguas de alcantarilla pertenecen á los tres grupos.

La idea que se ha formado de los procesos que deben sucederse para llegar á la degradación, á la disociación de las moléculas orgánicas y á la producción final de los compuestos de naturaleza mineral (nitratos, ácido carbónico y agua), ha conducido naturalmente á preconizar métodos bastante diferentes.

En efecto, unos han pretendido utilizar solamente la actividad de los aerobios y obtener la mineralización de la materia orgánica por vía de oxidación exclusiva; otros afirman que la liquidificación de los elementos en suspensión no puede obtenerse sino por la intervención de los anaerobios. En consecuencia, los primeros tratan las aguas sucias en los lechos bactéricos ó de oxidación, los segundos hacen que las aguas pasen primeramente por un depósito séptico, de donde el aire está rigurosamente excluído, y después exponen el líquido á la acción de los aerobios en los lechos de oxidación.

De aquí los dos métodos, de Dibdin y de Cameron, que también se designan con el nombre de las poblaciones donde recibieron su primera aplicación: Sutton y Exeter.

El *método aeróbico ó de Dibdin*, consiste esencialmente en una doble filtración intermitente que asegura el contacto de las aguas negras con los elementos de dos lechos bactéricos, de los cuales uno está constituído por materiales de grano grueso (coke, escorias) y otro por los mismos elementos, pero de grano fino. Estos lechos, alternativamente, se llenan, se mantienen reposo, se vacían y se airean, sucediéndose estas operacione intervalos regulares, merced al juego de mecanismos auton ticos.

¿Pero son los lechos bactéricos exclusivamente el lugar los fenómenos de oxidación? No está este punto aún suficien mente claro, y, por lo tanto, parece dudoso. Se admite que e primer filtro ó lecho los microbios anaerobios liquidifican la r tería orgánica en suspensión y que, temporalmente, son acti en el segundo filtro mientras está lleno de agua. Por el cont rio, los aerobios trabajan mientras el filtro se llena, mientras vacía y mientras se airea.

De cualquier modo que sea, ello es que los dos princi fundamentales del método de Dibdin son la intermitencia funcionamiento y la aireación metódica; también el contacto las aguas negras con los fragmentos del filtro cargados de c nias de microbios, se verifica de manera periódica y regular. coronel Ducat, el Sr. Waring y el Sr. Whittaker, han tratad obtener resultados análogos adoptando la corriente continua agua se distribuye sin interrupción en la superficie de la c filtrante y la atraviesa directamente sin parada alguna. A adelante se verá que estos sistemas han dado lugar á ser objeciones y que es casi imposible concederles valor práctico

El *método anaeróbico ó de Cameron* procede de la fosa M ras (1881), que parece también haber sido el punto de part del sistema Scott-Moncrieff (1891).

Las aguas negras, previamente desembarazadas de las ma rias sólidas que arrastran, atraviesan un receptáculo above do, herméticamente cerrado, donde se desembarazan de los e mentos orgánicos en suspensión, y donde experimentan, al al go del aire y de la luz, una fermentación pútrida, que no sólo teresa á la materia orgánica en disolución, sino que alcanza ta bién á las partículas flotantes. Los orificios de entrada y de lida están situados debajo del nivel que el líquido alcanza en depósito con objeto de evitar la agitación, el arrastre de las pumas que se forman en la superficie y el del légamo del fon y el reflujo al colector de los gases que se engendran en la fo Esta tiene una cabida que corresponde, por lo menos, á la pr ducción cuotidiana de aguas negras en tiempo seco, y la corrie te de aguas negras la atraviesa con una volocidad muy reduci (0,60 *m* por hora), con lo cual se asegura la separación de los el mentos en suspensión. En este «tanque séptico» los microbi anaerobios trabajan atacando y liquidificando la materia org nica sólida, y provocando la putrefacción de las substancias gánicas disueltas. El líquido que de este depósito sale en corrie te continua se distribuye en los lechos bactéricos ó filtros de ox dación formados de coke ó de escorias, y que funcionan altern tivamente, y, por tanto, de modo intermitente como en el méto de Dibdin.

Esta reseña teórica de los procedimientos, era necesaria pa hacer comprender el funcionamiento de las diversas instalaci nes de depuración visitadas por el Sr. Launay. Las que descr be pertenecen á uno ú otro de los dos tipos que acabamos de r señar á grandes rasgos.

(1) *La Technologie Sanitaire.*

1.—La instalación de *Exeter* se hizo (para experimentación) para el servicio de 2.000 habitantes. Las aguas de alcantarilla van á un depósito séptico de hormigón, cuya capacidad corresponde á un caudal diario de 245 metros cúbicos; de este depósito pasan á una cámara de aforo; y después por una reguera superficial donde se airean, van á parar á los pozos de distribución que las reparten en los filtros bactéricos. Estos son 5, y mide cada uno de ellos 67 metros cuadrados, su profundidad es de 1,525 *m*; el coke machacado y las escorias ocupan 0,4 del volumen, y el agua llena el resto (0,6). El volumen tratado en veinticuatro horas es de 145 metros cúbicos, ó sean 5.400 metros cúbicos por hectárea (2.000.000 m^3 por hectárea y por año).

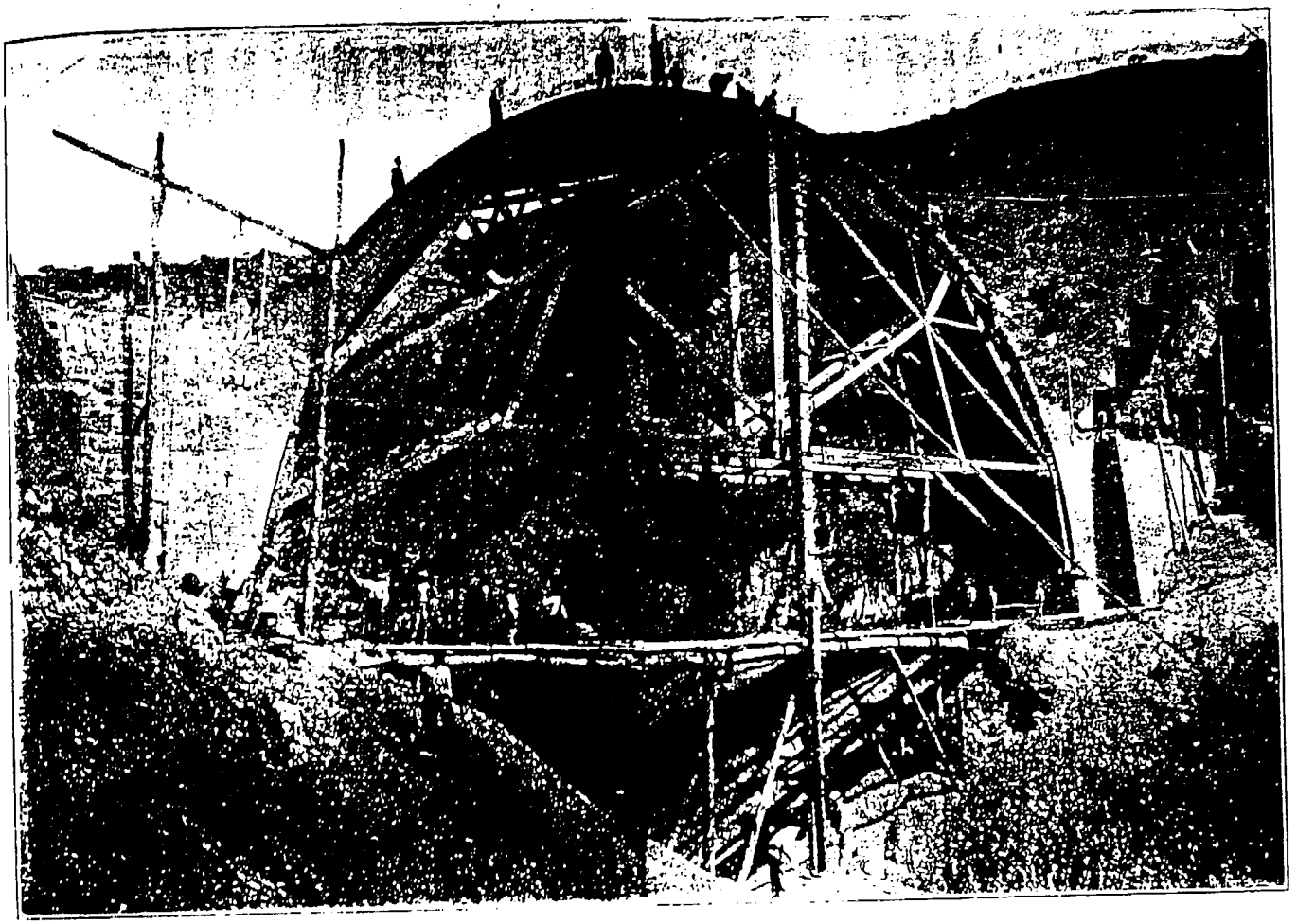
El líquido que sale del tanque séptimo tiene una composición relativamente uniforme á pesar de las variaciones de composición de las aguas negras á su entrada en el tanque. Cuando el Sr. Launay visitó esta instalación se estaban ejecutando las obras para aplicar el sistema á la totalidad de las aguas negras de Exeter.

2.—En *Barrhead*, cerca de Glasgow, se ha instalado el sistema séptimo para una población de 10.000 habitantes y para un caudal máximo de 1.800 metros cúbicos por día. Comprende la instalación dos cámaras para que se depositen las arenas, 4 tanques sépticos y 8 filtros bactéricos de grano fino; las construcciones son de hormigón. Cada depósito tiene 31,00 *m* de longitud por 5,50 *m* de anchura y 2,17 *m* de profundidad; la cabida de los 4 tanques es de 1.400 metros cúbicos y puede aumentarse en 315 m^3 en caso de lluvia. La superficie filtrante total de de 2.123 metros cuadrados. De los 8 filtros, dos son de reserva.

3.—*Sutton* es una población de 17.000 habitantes, en el condado de Surrey. En tiempo seco, el caudal total de las alcantarillas es de 2.250 m^3 por día; la lluvia puede elevarlo al doble. Las aguas son tratadas por doble contacto; pero antes de entrar en los filtros bactéricos atraviesan un depósito séptimo abierto ó depósito de sedimentación; en la superficie del líquido se forma una costra que, impidiendo el acceso del aire, permite á los anaerobios disolver la materia orgánica. Desde Febrero de 1899 hasta Mayo de 1900, con una alimentación diaria de 1.350 m^3, ó sea en total 540.000 m^3, se han disuelto en este depósito 3.000 toneladas de fangos, á razón de 25 toneladas por cada 4.500 m^3. El grado de depuración obtenido es, después de pasar por el primer filtro, de 48 por 100 con relación al oxígeno absorbido; y de 89 por 100 después de pasar por el segundo filtro.

La adopción de los procedimientos bactéricos en Sutton ha reducido el gasto de tratamiento de las aguas negras de 86,50 *fr* por 1.000 m^3, á 21,95 *fr*; la economía anual es de 12.500 francos próximamente.

(Continuará.)



DEPURACIÓN BACTÉRICA DE LAS AGUAS DE ALCANTARILLA

(*Continuación*) [1]

4.—Los filtros de *Hampton*, se citan como ejemplo de triple contacto sin depósito séptico especial. Son 15, y están construídos en tres terrazas escalonadas que comprenden 5 filtros cada una. Sirven actualmente para depurar diariamente 450 m^3 procedentes de una población de 7.000 habitantes, pero podrían recibir muy bien un volumen doble de aguas negras. Su superficie total es de 26 áreas. En cada lecho hay tres contactos cada veinticuatro horas. Se ha calculado que en diez meses, los filtros han tratado 53.000 m^3, y que han disuelto 300 toneladas de fangos á razón de 5 $^1/_2$ toneladas por cada 1.000 m^3.

El costo de instalación ha sido de 73.000 francos, ó sean 23 francos por metro cuadrado.

La parte superior de los primeros filtros se limpia una vez al mes. En ellos es donde principalmente se desarrolla la acción anaeróbica. Los terceros filtros no se han tocado ni limpiado desde hace dos años.

«El agua queda mejor depurada á su salida de los filtros que »si se empleara directamente en riegos; su paso ulterior por el »terreno parece que más bien altera ligeramente la pureza del »agua que sale de los filtros.»

5.—*Leeds* es una población de 450.000 habitantes, y ocupa una superficie de 7.000 hectáreas. De sus alcantarillas sale un caudal de 72.000 metros cúbicos cada veinticuatro horas en tiempo seco. Durante más de tres años se han ensayado todos los sistemas conocidos de depuración bactérica, ensayos muy interesantes, porque las aguas de las alcantarillas de Leeds contienen muchos residuos industriales de tenerías, de fábricas de productos químicos, de mataderos, de fábricas de lanería, etc.

(*a*) Con los *filtros de doble contacto*, se ha obtenido una depuración de 75 á 95 por 100, pero se ha reconocido que las materias en suspensión se reducen más lentamente que las disueltas, y que tienden á obstruir los filtros. La experiencia de más de dos años, ha demostrado que este sistema produce aguas de una calidad muy superior á las que se obtienen por el procedimiento de la cal. El agua que sale de los filtros no contiene más de 14 miligramos de amoniaco albuminoide por litro; no es putrescible, y mejora al pasar al río. Un filtro nuevo no funciona bien sino al cabo de seis semanas ó dos meses.

La obstrucción de los filtros de materiales gruesos producida por las materias en suspensión ha hecho que se abandone el tratamiento por doble contacto.

(*b*) Se ha reconocido en Leeds que los *depósitos sépticos* no deben ser necesariamente cerrados. La espuma que se forma en la superficie del líquido constituye al cabo de algún tiempo una cubierta natural, que á veces tiene un espesor de más de 30 centímetros y que impide el acceso del aire y la pérdida de calor. Desde el punto de vista químico, los líquidos que salen de los depósitos abiertos ó cubiertos no presentan diferencias apreciables. Una gran proporción de las materias en suspensión (41 por 100) queda transformada en gases ó solubilizada; una parte se escapa en el líquido que sale de los depósitos y pasa á los filtros, y otra se acumula en los depósitos. La acción séptica necesita siempre algunos meses para desarrollarse; es necesario, pues, que el légamo se extraiga sin vaciar el depósito.

(*c*) La *filtración continua* del líquido que sale del depósito séptico, se ha sometido también á la experimentación. Se ha instalado primeramente un filtro del *sistema Whittaker*.

Este filtro es circular; su envolvente está compuesta de ta-

interior de éste. El fondo está formado por un zampeado de hormigón atravesado según uno de sus diámetros, por un tubo colector lleno de agujeritos en su mitad superior y con orificios laterales, á donde van á parar otros tubos secundarios con agujeros también en la parte superior. El agua filtrada no puede estancarse, puesto que el hormigón del fondo llega al nivel de los agujeros más bajos.

El agua que sale del tanque séptico es elevada por una bomba y se distribuye automáticamente en el filtro por medio de una especie de torniquete ó regadera. (Por un tubo alojado en el interior del de distribución se lanza un chorro pequeño de vapor sobre el líquido en el momento en que éste llega á la regadera.)

Este sistema no parece muy recomendable. Su disposición es inútilmente complicada y costosa; los orificios de la regadera se obstruyen fácilmente y su limpieza exige una atención continua. Circunstancia agravante: los resultados no son mejores, cualitativa ni cuantitativamente, á los que se obtienen con la filtración intermitente sencilla. El Sr. Launay hace notar la rapidez con que el líquido se modifica en el corto tiempo (quince minutos), necesario para su paso á través del filtro. Este hecho ya había sido observado, hace diez años, por el Sr. Scott-Moncrieff en sus experimentos de Ashtead; la nitrificación se operaba con una rapidez extraordinaria en la serie de platillos nitrificantes que el líquido atravesaba de arriba á abajo en ocho ó diez minutos.

El *sistema Ducat*, basado en la filtración continua con calefacción, se ha probado igualmente en Leeds. El filtro aireador del coronel Ducat tiene las paredes formadas por tubos de drenaje asentados en cemento con ligera oblicuidad de arriba á abajo y fuera á dentro. El lecho de oxidación está constituido por elementos cuyas dimensiones van decreciendo de la superficie al fondo; está atravesada en todas direcciones y á diversas alturas por tubos de drenaje. El aire puede, pues, penetrar en el interior del filtro por todas partes. Pero como el lecho de oxidación ha de estar protegido contra el enfriamiento considerable á que estará expuesto si estuviera al aire libre, se le rodea de una envolvente de mampostería, se cubre y se le calienta en invierno con un termo-sifón. Todo esto complica mucho la construcción y hace aumentar los gastos de funcionamiento. Pero la principal objeción está en la rápida obstrucción del filtro.

Las conclusiones generales que las autoridades de Leeds han sacado de los experimentos Knostrop, se pueden resumir como sigue:

Las aguas de las alcantarillas de Leeds se prestan á la depuración bactérica.

Las impurezas en disolución se oxidan rápidamente; las materias sólidas en suspensión son atacadas mucho más lentamente.

Los filtros de doble contacto han dado *buenos* resultados con las aguas de alcantarilla en bruto, y *excelentes* con las aguas que han pasado por el Septic Tank.

Los filtros de simple contacto son insuficientes para el tratamiento de las aguas en bruto, pero dan resultados bastante buenos con las que salen de los depósitos sépticos.

Los filtros acaban siempre por obstruirse y las materias aglomeradas no se disuelven en el período de reposo.

(Esto lo ha comprobado igualmente el Sr. Dunbar en los experimentos que ha hecho en Eppendorff-Hamburgo.)

La filtración continua por un lecho de materiales gruesos ha dado resultados notables; ciertamente el líquido que sale está turbio, pero dejándolo aposarse, se depositan rápidamente las materias en suspensión, de las cuales la mitad, próximamente, está compuesta de óxido de hierro y de sílice; añádase que las materias depositadas no son putrescibles.

El filtro, por la corriente producida por las lluvias de tempestad, se puede limpiar de las materias sólidas que en él se han fijado.

El punto flaco de la filtración continua está en la dificultad de distribuir el líquido uniformemente en la superficie del filtro.

El enfriamiento á que están expuestas las aguas de alcantarilla es también una circunstancia desfavorable.

Las aguas que resultan de los dos sistemas (intermitente continuo) son ricas en microbios; pero la presencia de los bact rios en ellas debe contribuir á su depuración ulterior. Si las c cunstancias lo exigieran se podría recurrir á un procedimien de esterilización final que aseguraría la destrucción total todos los gérmenes patógenos.

6.—*Manchester* es una población de 500.000 habitantes. caudal total de sus alcantarillas es de 135.000 m^3 por día; pue triplicarse (405.000 m^3) por la lluvia y elevarse, durante algun horas, en tiempo de tempestad á seis veces el caudal de tiem seco.

Se han experimentado en Davyhulme el Septic Tank cubier y descubierto y los lechos bactéricos de simple y de doble co tacto alimentados por aguas negras en bruto, por aguas negr tratadas químicamente y por aguas procedentes del Septic Tan

Los experimentos se han hecho sobre el método aeróbic sobre el anaeróbico y sobre los dos combinados. Empezados p Sir H. Roscoe y continuados por el Sr. Fowler, químico de ciudad, han dado resultados tan satisfactorios que un Comi de tres peritos, los Sres. Baldwin Latham, Ingeniero, Perc Frankland, biologista, y Perkin, químico, ha sido nombrado pa informar al ayuntamiento sobre la posibilidad de tratar tod las aguas de alcantarilla de Manchester por los procedimient bactéricos. El asunto se ha resuelto afirmativamente y el Loc Government Board ha autorizado á la ciudad para contratar u empréstito para la ejecución de un proyecto basado en el métod biológico. Los filtros bactéricos se están construyendo y dentr de poco comenzarán á funcionar.

En lo relativo á los resultados de los experimentos, nos limitaremos á señalar algunos puntos que creemos que son digno de que en ellos se fije la atención particularmente.

El depósito séptico abierto, ha resultado tan eficaz como el cerrado, y hasta ha funcionado mas rapidamente. No sabemos si á este hecho se le puede dar alcance general, ó si en ello influyen la composición de las aguas negras y las condiciones del clima.

Se dice también que el depósito séptico abierto con dos lechos de contacto es indiscutiblemente más ventajoso que el depósito séptico con un solo lecho de contacto. No podía ser de otro modo.

Se ha comprobado que la capacidad inicial de los filtros disminuye al principio rápidamente, pero después permanece prácticamente constante. Este resultado es muy interesante, porque origina grandes dificultades la obstrucción de los filtros.

El Sr. Launay reproduce las conclusiones formuladas por los peritos en su informe de 30 de Octubre de 1899, conclusiones aceptadas por el Local Government Board. Helas aquí en substancia:

1.ª Los procedimientos bactéricos son los que mejor se adap tan á la depuración de las aguas negras de Manchester.

2.ª La presencia de residuos industriales en las aguas negras no origina dificultad alguna.

3.ª Son necesarios los contactos múltiples.

4.ª La eficacia de los lechos bactéricos está subordinada á las condiciones siguientes: períodos de reposo frecuentes y pro longados; sedimentación previa de las aguas negras; uniformi dad de su composición.

5.ª El tratamiento anaeróbico previo asegura la realización de estas condiciones; tan buen resultado da en un depósit abierto como en uno cerrado.

6.ª La cabida de los filtros ha permanecido prácticament constante después de tres meses de funcionamiento. Se evalú en un tercio de la cabida del depósito.

7.ª Un filtro puede recibir en veinticuatro horas cuatro ca gas de líquido del Septic Tank. Cada filtro se debe dejar en repo so por lo menos un día cada semana.

8.ª Las aguas de lluvia pueden tratarse aceleradamente, ex ceptuando las primeras aguas, que, como más concentradas, de ben tratarse separadamente.

9.ª El tratamiento bactérico es eficaz en todas las estaciones del año.

El Sr. Launay deduce del conjunto de sus observaciones cierto número de reglas principales.

Da la preferencia al tratamiento de las aguas negras (previamente sedimentadas, es decir, desembarazadas de las materias minerales en suspensión) por el depósito séptico, seguido por el doble lecho de contacto.

El depósito séptico cubierto es más caro, pero evita el desprendimiento de gases mal olientes.

Conviene dar á los filtros de materiales gruesos un espesor de un metro próximamente, y de 75 centímetros á los de materiales finos.

El coke y las escorias machacadas, en virtud de su porosidad propia, son los mejores materiales filtrantes.

El fondo de los filtros debe estar provisto de los correspondientes drenajes, y la distribución del agua en la superficie debe hacerse de la manera más sencilla posible. Se adoptarán las disposiciones convenientes para la maniobra automática de las compuertas de admisión y de expulsión para disminuir los gastos de personal.

El funcionamiento de los filtros y la calidad de las aguas depuradas, se deberá comprobar continuamente por medio de análisis químicas y bacteriológicas.

interior de éste. El fondo está formado por un zampeado de hormigón atravesado según uno de sus diámetros, por un tubo colector lleno de agujeritos en su mitad superior y con orificios laterales, á donde van á parar otros tubos secundarios con agujeros también en la parte superior. El agua filtrada no puede estancarse, puesto que el hormigón del fondo llega al nivel de los agujeros más bajos.

El agua que sale del tanque séptico es elevada por una bomba y se distribuye automáticamente en el filtro por medio de una especie de torniquete ó regadera. (Por un tubo alojado en el interior del de distribución se lanza un chorro pequeño de vapor sobre el líquido en el momento en que éste llega á la regadera.)

Este sistema no parece muy recomendable. Su disposición es inútilmente complicada y costosa; los orificios de la regadera se obstruyen fácilmente y su limpieza exige una atención continua. Circunstancia agravante: los resultados no son mejores, cualitativa ni cuantitativamente, á los que se obtienen con la filtración intermitente sencilla. El Sr. Launay hace notar la rapidez con que el líquido se modifica en el corto tiempo (quince minutos), necesario para su paso á través del filtro. Este hecho ya había sido observado, hace diez años, por el Sr. Scott-Moncrieff en sus experimentos de Ashtead; la nitrificación se operaba con una rapidez extraordinaria en la serie de platillos nitrificantes que el líquido atravesaba de arriba á abajo en ocho ó diez minutos.

El *sistema Ducat*, basado en la filtración continua con calefacción, se ha probado igualmente en Leeds. El filtro aireador del coronel Ducat tiene las paredes formadas por tubos de drenaje asentados en cemento con ligera oblicuidad de arriba á abajo y fuera á dentro. El lecho de oxidación está constituido por elementos cuyas dimensiones van decreciendo de la superficie al fondo; está atravesada en todas direcciones y á diversas alturas por tubos de drenaje. El aire puede, pues, penetrar en el interior del filtro por todas partes. Pero como el lecho de oxidación ha de estar protegido contra el enfriamiento considerable á que estará expuesto si estuviera al aire libre, se le rodea de una envolvente de mampostería, se cubre y se le calienta en invierno con un termo-sifón. Todo esto complica mucho la construcción y hace aumentar los gastos de funcionamiento. Pero la principal objeción está en la rápida obstrucción del filtro.

Las conclusiones generales que las autoridades de Leeds han sacado de los experimentos Knostrop, se pueden resumir como sigue:

Las aguas de las alcantarillas de Leeds se prestan á la depuración bactérica.

Las impurezas en disolución se oxidan rápidamente; las materias sólidas en suspensión son atacadas mucho más lentamente.

Los filtros de doble contacto han dado *buenos* resultados con las aguas de alcantarilla en bruto, y *excelentes* con las aguas que han pasado por el Septic Tank.

Los filtros de simple contacto son insuficientes para el tratamiento de las aguas en bruto, pero dan resultados bastante buenos con las que salen de los depósitos sépticos.

Los filtros acaban siempre por obstruirse y las materias aglomeradas no se disuelven en el período de reposo.

(Esto lo ha comprobado igualmente el Sr. Dunbar en los experimentos que ha hecho en Eppendorff-Hamburgo.)

La filtración continua por un lecho de materiales gruesos ha dado resultados notables; ciertamente el líquido que sale está turbio, pero dejándolo aposarse, se depositan rápidamente las materias en suspensión, de las cuales la mitad, próximamente, está compuesta de óxido de hierro y de sílice; añádase que las materias depositadas no son putrescibles.

El filtro, por la corriente producida por las lluvias de tempestad, se puede limpiar de las materias sólidas que en él se han fijado.

El punto flaco de la filtración continua está en la dificultad de distribuir el líquido uniformemente en la superficie del filtro.

El enfriamiento á que están expuestas las aguas de alcantarilla es también una circunstancia desfavorable.

Las aguas que resultan de los dos sistemas (intermitente y continuo) son ricas en microbios; pero la presencia de los bacterios en ellas debe contribuir á su depuración ulterior. Si las circunstancias lo exigieran se podría recurrir á un procedimiento de esterilización final que aseguraría la destrucción total de todos los gérmenes patógenos.

6.—*Manchester* es una población de 500.000 habitantes. El caudal total de sus alcantarillas es de 135.000 m^3 por día; puede triplicarse (405.000 m^3) por la lluvia y elevarse, durante algunas horas, en tiempo de tempestad á seis veces el caudal de tiempo seco.

Se han experimentado en Davyhulme el Septic Tank cubierto y descubierto y los lechos bactéricos de simple y de doble contacto alimentados por aguas negras en bruto, por aguas negras tratadas químicamente y por aguas procedentes del Septic Tank.

Los experimentos se han hecho sobre el método aeróbico, sobre el anaeróbico y sobre los dos combinados. Empezados por Sir H. Roscoe y continuados por el Sr. Fowler, químico de la ciudad, han dado resultados tan satisfactorios que un Comité de tres peritos, los Sres. Baldwin Latham, Ingeniero, Perc y Frankland, biologista, y Perkin, químico, ha sido nombrado para informar al ayuntamiento sobre la posibilidad de tratar todas las aguas de alcantarilla de Manchester por los procedimientos bactéricos. El asunto se ha resuelto afirmativamente y el Local Government Board ha autorizado á la ciudad para contratar un empréstito para la ejecución de un proyecto basado en el método biológico. Los filtros bactéricos se están construyendo y dentro de poco comenzarán á funcionar.

En lo relativo á los resultados de los experimentos, nos limitaremos á señalar algunos puntos que creemos que son dignos de que en ellos se fije la atención particularmente.

El depósito séptico abierto, ha resultado tan eficaz como el cerrado, y hasta ha funcionado más rapidamente. No sabemos si á este hecho se le puede dar alcance general, ó si en ello influyen la composición de las aguas negras y las condiciones del clima.

Se dice también que el depósito séptico abierto con dos lechos de contacto es indiscutiblemente más ventajoso que el depósito séptico con un solo lecho de contacto. No podía ser de otro modo.

Se ha comprobado que la capacidad inicial de los filtros disminuye al principio rápidamente, pero después permanece prácticamente constante. Este resultado es muy interesante, porque origina grandes dificultades la obstrucción de los filtros.

El Sr. Launay reproduce las conclusiones formuladas por los peritos en su informe de 30 de Octubre de 1899, conclusiones aceptadas por el Local Government Board. Helas aquí en substancia:

1.ª Los procedimientos bactéricos son los que mejor se adaptan á la depuración de las aguas negras de Manchester.

2.ª La presencia de residuos industriales en las aguas negras no origina dificultad alguna.

3.ª Son necesarios los contactos múltiples.

4.ª La eficacia de los lechos bactéricos está subordinada á las condiciones siguientes: períodos de reposo frecuentes y prolongados; sedimentación previa de las aguas negras; uniformidad de su composición.

5.ª El tratamiento anaeróbico previo asegura la realización de estas condiciones; tan buen resultado da en un depósito abierto como en uno cerrado.

6.ª La cabida de los filtros ha permanecido prácticamente constante después de tres meses de funcionamiento. Se evalúa en un tercio de la cabida del depósito.

7.ª Un filtro puede recibir en veinticuatro horas cuatro cargas de líquido del Septic Tank. Cada filtro se debe dejar en reposo por lo menos un día cada semana.

8.ª Las aguas de lluvia pueden tratarse aceleradamente, exceptuando las primeras aguas, que, como más concentradas, deben tratarse separadamente.

9.ª El tratamiento bactérico es eficaz en todas las estaciones del año.

El Sr. Launay deduce del conjunto de sus observaciones cierto número de reglas principales.

Da la preferencia al tratamiento de las aguas negras (previamente sedimentadas, es decir, desembarazadas de las materias minerales en suspensión) por el depósito séptico, seguido por el doble lecho de contacto.

El depósito séptico cubierto es más caro, pero evita el desprendimiento de gases mal olientes.

Conviene dar á los filtros de materiales gruesos un espesor de un metro próximamente, y de 75 centímetros á los de materiales finos.

El coke y las escorias machacadas, en virtud de su porosidad propia, son los mejores materiales filtrantes.

El fondo de los filtros debe estar provisto de los correspondientes drenajes, y la distribución del agua en la superficie debe hacerse de la manera más sencilla posible. Se adoptarán las disposiciones convenientes para la maniobra automática de las compuertas de admisión y de expulsión para disminuir los gastos de personal.

El funcionamiento de los filtros y la calidad de las aguas depuradas, se deberá comprobar continuamente por medio de análisis químicas y bacteriológicas.

Saneamiento e higienización de España. 1921.

Muñoz Antuñano, Luis.

"Discurso de Pedro García Faria en el Instituto de Ingenieros Civiles. 1920".

LUIS MUÑOZ ANTUÑANO

Saneamiento e Higienización de España

OBRA PREMIADA EN EL CONCURSO "GARCIA FARIA"
POR EL INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES

MADRID
«SUCESORES DE RIVADENEYRA» (S. A.) ARTES GRÁFICAS
Paseo de San Vicente, núm. 20.

1921

INDICE

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES

SESIÓN CELEBRADA EL JUEVES 27 DE MAYO DE 1920, BAJO LA PRESIDENCIA DEL EXCMO. SR. MINISTRO DE FOMENTO, CON OBJETO DE ADJUDICAR LOS PREMIOS DEL CONCURSO "GARCÍA FARIA".

El Sr. García Faria pronunció el siguiente discurso:

"Excmo. Sr.:

Señores: Carezco por completo de dotes oratorias; pero mudo habría de ser, y aun así, os hubiera comunicado la íntima satisfacción que experimento en el día de hoy, uno de los más grandes de mi vida.

Treinta y ocho años hace que comencé mis campañas sanitarias, sufriendo durante ellas burlas y crueles decepciones, porque la pública opinión no se daba cuenta de la importancia de la insalubridad, ni se percataba bien de que ésta la sufren los pueblos como justo castigo a su incuria suicida y a su abandono.

Recuerdo que mi médico y maestro en Higiene, el malogrado catedrático de la misma doctor Rodríguez Méndez, desengañado ya por el estado de la generación presente, me preguntaba a menudo si conservaba la ilusión de que podría hacerse algo en materia de Higiene pública. Y yo, que siempre le contesté con la afirmativa, hoy le respondería con más firmeza, pues jamás, hasta ahora, pude creer que habría trece higienistas notables que afrontarían las enormes dificultades del tema por mí propuesto, ni menos que se presentarían cuatro trabajos tan dignos de loa como los premiados.

Ahora, más que nunca, tengo la seguridad de que son curables las llagas del noble león hispano, cuya energía se halla ate-

nuada por el morbo que esteriliza sus esfuerzos, de lo cual dan idea las siguientes consideraciones:

Más de 155.000 habitantes pierde la Nación anualmente por enfermedades evitables, cuyo perjuicio, evaluado en su aspecto material, excede de 1.000 millones de pesetas al año; cifra que, capitalizada, importa más de 20.000 millones, cantidad más que suficiente para higienizar totalmente la Nación; de modo que en ésta se comete el enorme delito sanitario de tolerar que se pierdan anualmente vidas que, prescindiendo del superior valor de las mismas, que es el moral y afectivo, representan un importe mayor de lo que costaría la total desaparición del mal. Lograda ésta, España sería potencia de primer orden.

Si del conjunto pasamos a las capitales de provincia, no es más halagüeño el resultado, puesto que hay doce de ellas con una mortalidad variable entre 30 y 40 por 1.000, esto es, que supera en tres veces a la natural: en tales urbes aquélla excede de la natalidad, figurando a la cabeza Sevilla, que en 1890-99 alcanzó el 42 por 1.000.

A este propósito, y al preguntarme algunos amigos sevillanos mi opinión acerca de los magníficos palacios construídos para la próxima Exposición, los alabé mucho en calidad de arquitecto, pero les dije que era lástima no haber empleado mejor ese dinero, para sanear la urbe, ya de sí hermosa, pero tristemente insalubre.

Cúmpleme ahora hablaros de Madrid, tanto por su importancia como porque en la capital se sintetizan muchas de las deficiencias sanitarias del pueblo español.

Es una de las principales la ignorancia, la rutina y el abandono, que han de obligar a las clases directoras a intensificar la campaña sanitaria, que puede proporcionar, con la reducción de la mortalidad y morbilidad, o sea con la higienización del país, el primer elemento de la reconstitución nacional, por ser la salud el bien más inefable de que goza el hombre, quien debe exigir como el primero y más indiscutible de sus derechos el de la vida sana.

Para demostrar prácticamente la influencia de la clásica desidia española, recordaré sólo dos cifras: es una de ellas la de la mortalidad anual, que, según el Instituto Geográfico y Estadístico, llegó en 1916 a 36 por 1.000, alcanzando el lugar más elevado entre todas las capitales de naciones europeas; es la segunda

la mortalidad por viruela, la cual en 1918 arrebató a Madrid 2.553 personas, mientras en el ejército alemán hubo un solo caso en todo un decenio anterior a la guerra.

El cirujano de hierro que para el pueblo español reclamaba el gran Costa, debería con urgencia imponer a España la desaparición del analfabetismo, rutina y abandono clásicos de nuestro país, más pobre por su desorganización que por falta de dones de la Naturaleza.

Contribuye, y grandemente, a la enorme mortalidad de Madrid y de toda España la insuficiencia en cantidad y calidad de la alimentación, que no llega ni con mucho a las 3.500 calorías que necesita el ser humano en reposo, siendo aún más insuficiente para los que trabajan. A fin de corregir este mal, precisan medidas protectoras del pobre y desamparado; persecución, tanto de los acaparadores y defraudadores de alimentos, como de los explotadores de los obreros; establecimiento de servicios municipales adecuados y cierre de comercios y locales en que se negocie a costa de la salud pública.

Asusta recordar que de 2.369 substancias alimenticias analizadas en Madrid por el doctor Chicote en su notable Laboratorio, resultaron buenas 1.039 (menos de la mitad); alteradas, 172; adulteradas peligrosas, 54, y no peligrosas, 110 (*Anuario Estadístico de España*, 1917).

Hoy más que nunca se impone el intervencionismo del Estado, sobre todo en cuanto se relaciona con la defensa de la salubridad pública.

Por esta razón, también debe restringirse el empleo de aguardientes y bebidas alcohólicas, de las cuales se abusa, especialmente en Madrid, de un modo enorme.

Igualmente incumbe al Estado procurar que se intensifique la escasa producción de nuestro suelo: rindiendo éste mucho más, podría alimentarse el pueblo mejor y con más economía.

Otra llaga de Madrid, de carácter general en España, es la enorme mortalidad infantil que los mismos padecen. Las madres pobres carecen en España del socorro y apoyo necesario. Francia, a pesar de las preocupaciones de la guerra, supo acudir en su apoyo promulgando la ley de Protección de 2 de diciembre de 1917; aquí, por el contrario, nada se ha hecho, y las madres en las familias necesitadas se ven obligadas a trabajar intensamente hasta el momento del parto, y así es lógico que el peso de los

recién nacidos sea muy inferior al que orgánicamente deberían tener, y también es natural que sea crecidísimo el número de abortos, el cual es de 22 por 1.000, o sea casi doble del correspondiente a Estados Unidos y Noruega. Por cada 100 defunciones ocurridas en Madrid hay 16,12 de menores de un año, en tanto que Zurich y Stockolmo cuentan sólo de 7 a 8 por 100.

En conjunto, la mortalidad infantil de España es de 11,93 por 1.000 habitantes, y en Suecia, 3,98; esto es, $^1/_3$ de la cifra anterior.

Además, por cada 1.000 defunciones hubo recientemente en España 420,31 de menores de cinco años (esto es, más de $^2/_5$ del total), y en Suecia la proporción se reduce a 217,37 por 1.000; esto es, a la mitad de la española.

No es extraño que así suceda, porque, por desgracia, no es único el terrible caso del nosocomio de Madrid en que morían casi todos los asilados. ¡Pobres ángeles, sacrificados en su inocencia por los enormes pecados de los que los han traído al mundo para abandonarlos a los estragos del hambre, o a la voracidad de los gérmenes microbianos!

Esto revela cuánto falta por hacer respecto a maternología y a protección infantil.

Otro de los factores generales de insalubridad de Madrid y de casi todos los poblados españoles es el relativo a la habitación.

En la Memoria del ilustre doctor Chicote se consigna que en sólo quince casas de Madrid se albergaban 6.235 personas, resultando un promedio de 415 personas por vivienda.

Así no es extraño que vaya creciendo la ya altísima proporción de tuberculosos, por cuya causa de enfermedad ha ido aumentando la mortalidad española desde 30.971 (1913) hasta 42.346 (1918). Podemos combatir la tuberculosis, pero no debemos olvidar que en la lucha contra ésta lograremos mejor resultado que con botones de fuego mediante buena alimentación y la piqueta demoledora.

En Madrid, como en todas partes, se comprueba que el hacinamiento urbano y la falta de higiene en las viviendas son causas principalísimas de enfermedad y de muerte, y se comprende fácilmente sea así, pues la mayoría de las gentes pasan en ellas casi toda la vida.

El problema de la vivienda es cada día más grave, pues no

sólo la mayoría de las casas no reúnen las necesarias condiciones higiénicas, sino que son escasas en número.

En éste, como en otros muchos de los aspectos de la Higiene pública, importa recordar que si precisas son las leyes para hacer respetar los derechos políticos y de propiedad, más necesario es que se dicten, y sobre todo se cumplan, disposiciones para salvaguardia de la salud y de la vida, sin las cuales no cabe dicha, alegría ni felicidad para los hombres y para los pueblos.

A todos, pobres y ricos, nos impuso Dios el deber del trabajo; pero para obtener el máximo rendimiento debemos proporcionar al necesitado una vivienda sana y relativamente barata, y con ello, al mismo tiempo que la sociedad cumple su misión de velar por sus miembros más numerosos, los aleja de la ociosidad y de la taberna, pues nada atrae tanto al obrero hacia su casa y familia como hallarlas sanas y agradables; y así, antes que eximir de contribución a los edificios palaciales de la Gran Vía (que de todos modos se habrían construído, pues rinden muchísimo), ha debido hacerse esto con las casas de los pobres.

Bien está que el Estado, amparador de las Bellas Artes, las proteja hasta facilitar terrenos a varios extranjeros para disfrutar de una Casa-Museo bajo el nombre de Velázquez, el insigne pintor español; pero más justificado sería que se facilitasen terrenos para construír viviendas destinadas a españoles necesitados, que emplean sus energías laborando en pro de la Patria.

Permitidme ahora hablaros de Barcelona, la ciudad de mis amores, a la que quiero con el cariño entrañable de un buen hijo que llora al ver cómo cruel enfermedad corroe el organismo del ser a quien debe la vida, y no extrañéis que así como los provincianos queremos colaborar al saneamiento de Madrid, acuda yo a vosotros que no sois barceloneses, para implorar el de Barcelona, que no han sabido lograr los perturbados o alucinados por el loco intento de trasladar a la hermosa metrópoli mediterránea al otro lado de la frontera gala, donde quedaría aniquilada ante Marsella, la célebre ciudad focense que no ha podido vencer a Barcelona, la antigua Laye, la cual formaba parte de la gran confederación ibera, que llevó sus conquistas y su civilización hasta la Escandinavia y la Gran Bretaña.

Algunos quieren que exista rivalidad entre Madrid y Barcelona; para mí sólo debe haber entre ellas una noble emulación

en procurar el engrandecimiento de la Patria y también en perfeccionar la salubridad de sus habitantes, reduciendo más y más su índice de mortalidad.

Barcelona, como es sabido, tiene un emplazamiento ideal, y se halla en estado de pujanza tan extraordinario, que no han logrado destruírla la anarquía reinante ni el terrorismo.

Este, con haber producido en Barcelona estragos gravísimos (y entre otras personas heridas lo fué en la cabeza mi propia consorte, en la hecatombe del teatro Liceo), es considerablemente menos destructor que la insalubridad que la corroe.

Para probarlo bastará consignar que el número de personas muertas por los crímenes terroristas en los últimos veinte años se aproxima a un millar, resultando unos cincuenta al año, y en igual tiempo mueren prematuramente en Barcelona, por insalubridad, más de 5.000 personas, cuya vida podría conservarse de estar la misma saneada; demostrándose así que las víctimas debidas a la insalubridad, que constituye un delito sanitario de la administración y de la sociedad actual, son más de cien veces mayores que las ocasionadas por el terrorismo y los crímenes sociales.

El problema sanitario de Barcelona es de los más claros y sencillos, girando esencialmente alrededor del servicio de abastecimiento de aguas, deficientísimo, en cuanto a cantidad, precio y calidad, como he demostrado en reciente conferencia que dí tres meses ha en el Ateneo de Madrid. Pero desde entonces el conflicto se ha agudizado, pues las Compañías explotadoras, según se me dice, han elevado los precios al doble de los anteriores, siendo, por tanto, el precio medio del agua 0,60 pesetas el metro cúbico. ¡Imaginaos si en vez de costar el agua en Madrid, como promedio, a cuatro céntimos de peseta el metro cúbico, debiera pagarse un precio quince veces más elevado, cuántos perjuicios e insalubridad acarrearía este solo hecho!

Agréguese a lo dicho la contaminación bacteriana del agua y la insuficiencia de la cantidad de ésta, obtenida casi toda por elevación, mediante máquinas calóricas, y comprenderéis que se haya esterilizado el sacrificio enorme de Barcelona, que, sin auxilio alguno del Estado, ha construído mi proyecto de saneamiento del subsuelo; fáltale a éste la imprescindible ventilación acuosa, sin la que se está convirtiendo en red propagadora de infección, la que debía serlo de salubridad, de igual modo que

sucedería con un ser humano dotado de excelentes redes arterial y venosa, pero en las cuales circulara insuficiente cantidad de sangre contaminada.

Por ello, y por haberlo prometido el Estado con la Real orden de 12 de abril de 1911, es imprescindible que se resuelva en forma integral el problema del abastecimiento de aguas de Barcelona, para el cual acordó por unanimidad el Congreso de Ingeniería, de Madrid (noviembre 1919), la misma solución sencilla y práctica planteada con éxito completo en Madrid, y que ha merecido el beneplácito del señor ministro.

La falta de tiempo me impide detallar otras deficiencias sanitarias de Barcelona, y, además, puede conocerse mi opinión, manifestada acerca de este asunto en varias publicaciones mías, en una de las cuales, por cierto, presenté los planos de conjunto de cada una de las casas de Barcelona, así como el estudio de la mortalidad absoluta y relativa de cada una de ellas.

No son sólo las grandes urbes hispanas las que sufren los perjuicios de la insalubridad, pues los experimentan también los poblados pequeños y las comarcas rurales.

Para demostrarlo con uno de los muchos ejemplos, que, por desgracia, pueden señalarse, presento el mapa de las regiones palúdicas de España, que he obtenido ampliando el formado por el ilustre doctor Pittaluga.

Como podéis observar en el mismo, ninguna provincia se halla indemne en toda la Nación. Ni una tan sólo. Esto es tristísimo, y más lo es si consideramos que la dolencia es tan grave en algunas regiones que en todas las comarcas señaladas con verde fuerte la mortalidad por paludismo varía de 1 a 5 por 100 de la total.

El servicio de sanidad del campo ha hecho el estudio provisional de los perjuicios irrogados por esta enfermedad. Tomándolo por base se obtienen los siguientes resultados anuales:

Número de jornales perdidos al año, 4.520.400.

Valor de los mismos, a 4 pesetas uno, 18.081.600 pesetas.

Valor de la quinina consumida en un año, a una peseta el gramo, 2.783.200 pesetas; morbilidad o número de enfermos, 301.360.

Mortalidad, 2.192 personas; importe de esas vidas, a 5.000 pesetas, 10.960.000.

Total de pérdidas anuales para la economía nacional (incluso por el valor de los terrenos), 72.446.800.

El enorme perjuicio de la depauperación de los organismos que han sufrido el paludismo, no se tiene en cuenta en la evaluación anterior ni es fácil presuponerlo; pero bien lo observa el ejército español con las numerosísimas exenciones que tanto perjuicio irrogan al mismo, debidas a esta causa y otras análogas.

Como tratándose de la salud pública es preciso decir toda la verdad, consignaré que son muchos los responsables de tan triste situación, porque en los campos abundan las charcas y lagunas palúdicas; en las poblaciones faltan desagües, y hasta al construírse las obras de ferrocarriles y carreteras han dejado de tomarse las debidas precauciones para evitar que se conviertan en focos de paludismo los préstamos, zanjas y otras obras en las que las aguas carecen del debido desagüe.

Por lo expuesto extrañará se registre la cifra elevadísima de 517 para el número de estaciones de ferrocarriles invadidas en España por el paludismo.

Entre todas nuestras comarcas, ninguna se halla a este respecto en la desgraciada situación de Extremadura, que ahora sufre otra calamidad también evitable, la de la langosta.

Cáceres como Badajoz son muy pobres y despobladas, y a pesar de esto, en ellas mueren anualmente más de 700 personas de dicha pandemia cuya desaparición es tan fácil.

Se impone la pronta promulgación de la ley relativa al paludismo, la que se ofreció en la ley de 30 de enero de 1900, aun incumplida, seguida de una acción pública vigorosa para redimir a nuestros hermanos cautivos de la insalubridad.

En síntesis, estos ejemplos demuestran la necesidad de olvidar nuestras diferencias políticas y sociales para procurar todos de consuno salvaguardar la salud y la vida de todos los españoles, así amigos como enemigos, hasta procurar la higienización de nuestra Patria querida.

Así imagino yo un servicio sanitario que protegería al individuo desde su generación, impidiendo al efecto el matrimonio a los que padeciendo grave enfermedad transmisible e incurable, sólo pudieran producir seres anormales, futuros criminales o degenerados. Yo quisiera que en los capítulos matrimoniales se antepusiera al valor en pesetas aportado por los cónyuges el capital sanitario, dando a la salud el primer lugar como de hecho le

corresponde; y no se crea que con eso se tiende a disminuír el número de matrimonios que seguirán celebrándose entre los de poca salud, como entre los pobres de dinero, pero en ningún modo entre los sólo creadores de abortos, de anormales, de degenerados. En cambio, debería favorecerse todo cuanto fuese posible la celebración de matrimonios entre la generalidad de las gentes, formándose la natalidad mediante disposiciones diferenciales en beneficio de los padres de muchos hijos: proteger a la mujer embarazada, atendiendo a la madre pobre durante el puerperio y parto, no sólo con socorros materiales, sino con enseñanzas acerca de la mejor manera de alimentar, vestir y cuidar al pequeñuelo.

Luego, al crecer éste, se procuraría su desarrollo físico normal, facilitándole el juego y paseos al aire libre, cuidando de su educación, pero sin detrimento de la salud; más adelante se le instruiría debidamente y se le induciría siempre a ser bueno y laborioso, de modo que con su esfuerzo personal pueda satisfacer sus propias necesidades primero, y crear luego una familia. Con tal objeto debe combatirse enérgicamente la vagancia y la mendicidad profesional mediante leyes e instituciones sociales y de previsión, porque los holgazanes y mendigos no sólo contrarían el mandato divino o la ley del trabajo, viviendo a costa del prójimo, sino que difunden en la sociedad, a cambio de los beneficios recibidos, gérmenes de enfermedad y de muerte.

Instituciones sociales y de previsión deberían completar la garantía vital de los necesitados, durante las enfermedades, paro forzoso y vejez, así como invertir parte de sus sobrantes (con la debida garantía e interés) en construcciones de saneamiento y viviendas para las clases necesitadas, subvencionando o construyendo tales obras la Administración en sus distintas esferas, acudiendo a la concesión de terrenos, exención o reducción de impuestos en lo que fuera preciso, llegándose hasta a construírlas directamente si no hubiera otro medio de dar albergue al necesitado, y desde luego no concediendo subvención ni cantidad a pueblo ni servicio alguno (salvo en lo relativo a instrucción primaria o caso de verdadera necesidad), en tanto no estuvieran debidamente establecidas las atenciones sanitarias, en las que deberían colaborar las Sociedades de Seguros y de previsión, de Asistencia pública gratuita e Ingeniería.

Los problemas de abastecimiento de víveres, agua y alimen-

tación, así como los de beneficencia, son de aquellos en que puede lograr mucho una buena administración, lo cual impediría en absoluto la exportación de subsistencias en tanto no estuviera garantizado de verdad el mercado interior, a precios racionales y no consintiéndose bajo pretexto alguno exportaciones, procurándose en todo caso la supresión de los intermediarios que encarecen las subsistencias, logrando un enriquecimiento torticero a costa de la salud y del bolsillo de la generalidad.

La adulteración y fraude de tales materias debía penarse con la mayor energía, castigando con la suspensión del comercio a los reincidentes.

También deberían reorganizarse los servicios de Beneficencia, no consintiendo lujos ni injustificadas desigualdades si no estaban previamente dotados los servicios más importantes.

Muy elevada es la cantidad que el pueblo español destina para atenciones de este género, sin lograr ver bien establecidos servicios necesarios ni extirpada la mendicidad profesional, que, con la vagancia, deberían ser combatidas mediante una ley especial.

Por fin, una buena organización educadora del pueblo que velara por la vida de todos los españoles, paternal para todos los que no pusieran en peligro la salubridad, pero dictatorial para los infractores, algo semejante a la de otros pueblos donde más se atiende al primero de los deberes de una buena administración, iniciaría una era de prosperidad y bienestar que ansío ver cuanto antes implantada en nuestra amada España.

No terminaré sin dar gracias al Todopoderoso, que me ha permitido vislumbrar la realización de mi ideal de contribuír, siquiera sea en proporción atómica, a la salubridad de España, que es el primer jalón para la reconstitución nacional.

También he de expresar mi más vivo reconocimiento a vuecencia, Sr. Castel, representante del excelentísimo señor ministro, por cuanto hagáis en pro de la higienización de la Patria; al Instituto de Ingenieros Civiles, que ha apadrinado mi propuesta, haciéndola realizable; al Jurado, que echó sobre sus hombros la difícil tarea de examinar y juzgar los trabajos presentados; tanto el Sr. Fernández Caro, el primer higienista de España, como los eminentes ingenieros Sres. Aguinaga y Sonier, han restado horas al sueño para cumplir admirablemente con el sagrado deber que voluntariamente se impusieron.

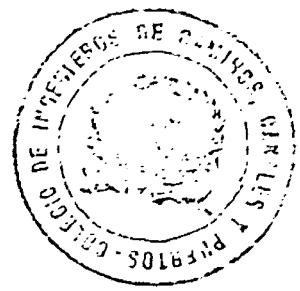
Mi gratitud a la Prensa, que ha de difundir, como lo ha he-

cho hasta ahora, las enseñanzas que han de transformar el país, higienizándolo; a todos vosotros, que representáis a la opinión pública, que ha de imponer la reforma sanitaria, y, por fin, a los concursantes, y en especial a los premiados, con quienes me identifico por completo hasta que juntos contribuyamos a que la salud, la abundancia y la alegría reinen en los hogares españoles. (*Grandes y repetidos aplausos.*)

Memoria relativa a la Exposición higiénica de Londres de 1884.

José Antonio Rebolledo.

Saneamiento.



MEMORIA

RELATIVA Á LA

EXPOSICIÓN HIGIÉNICA DE LONDRES

DE 1884

POR

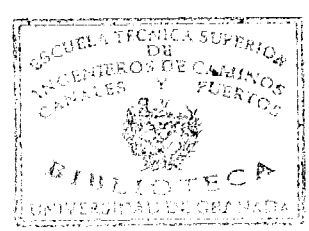
D. JOSÉ A. REBOLLEDO

VOCAL DEL REAL CONSEJO DE SANIDAD;
INGENIERO JEFE Y PROFESOR DE LA ESCUELA DE CAMINOS, CANALES
Y PUERTOS, ETC.

Publicado en los *Anales de la Construcción y de la Industria.*

MADRID
IMPRENTA DE FORTANET
CALLE DE LA LIBERTAD, NÚM. 29

1886



Saneamiento.

Su objeto.—En la denominación de saneamiento, aplicada á los edificios, comprendemos cuantas disposiciones se adoptan para alejar de ellos, lo más pronto posible, todas las sustancias que puedan ser nocivas á la salud de las personas que los habitan, como aguas sucias ó sobrantes, materias provenientes de los excusados, basuras, etc.; é igualmente se aplica la misma denominación, con respecto á las poblaciones, á los medios que se adoptan para que las materias nocivas se alejen del perímetro urbanizado en breve tiempo y afectando lo menos posible la salubridad pública (1).

Los tubos de bajada de aguas de todas clases; los medios de hacerlos comunicar con las alcantarillas

(1) En el mismo concepto se emplean en francés é inglés las palabras respectivas de *Assainissement* y *Sanitation*.

ó los pozos negros; los inodoros y demás aparatos que se emplean en los lugares excusados; las diversas formas y disposiciones que se adoptan para impedir que los miasmas de las materias que conducen puedan introducirse en el edificio; la excesiva aglomeración de personas que habiten en el mismo; las condiciones de establecimiento y extensión de los alcantarillados de las poblaciones, y otra porción de circunstancias que no es necesario enumerar, son otras tantas partes ó factores que influyen poderosamente en el complejo problema que se trata de resolver, al estudiar el saneamiento de un edificio ó de una población cualquiera.

Importancia del saneamiento.—Una vez conocido el objeto que tiene el saneamiento, es fácil comprender su extraordinaria influencia, tanto en la salubridad de los individuos y de las poblaciones como en la mortalidad en general y en el desarrollo de la población de una localidad ó de un país cualquiera. Si esta influencia es siempre bien marcada en las condiciones ordinarias de la salubridad pública, lo es mucho más cuando tiene lugar una invasión epidémica; pues entonces puede decirse que, en términos generales, si la localidad invadida se encuentra en buenas condiciones de saneamiento, la epidemia será benigna y causará pocas víctimas; al paso que si sucede lo contrario se cebará cruelmente produciendo horribles estragos.

Numerosísimos ejemplos podríamos presentar en corroboración de estas conclusiones; pero creemos suficiente citar dos tan solo, en circunstancias bien diversas. Antes de 1860, cuando no se había saneado el suelo de la ciudad de Munich, siendo muy porosos

sus pozos negros, la mortalidad ocasionada por las fiebres entéricas era extraordinaria. Si la representamos por 100, se observó que de 1860 á 1865, cuando se comenzaron las reformas haciendo impermeables los pozos, la mortalidad bajó á 69; de 1866 á 1873 en que ya se había hecho parte del alcantarillado, descendió la mortalidad á 55, y finalmente de 1876 á 1880 en que ya el alcantarillado estaba concluído, se redujo á 36. Otro ejemplo notable es lo acaecido en 1884 con la invasión del cólera en Nápoles, donde tantos estragos causó en razón al abandono higiénico y carencia de saneamiento, mientras que en otras poblaciones italianas, entre ellas la capital, apenas ocasionó víctimas. Comprendiendo el Gobierno de aquel país la causa de estos estragos, ha autorizado un empréstito de 100 millones de pesetas, destinado á sanear aquella populosa y hasta ahora indolente ciudad.

Si bien los principios generales del saneamiento son igualmente aplicables á un edificio que á una población, varían sin embargo las disposiciones adoptadas en cada caso, puesto que también difieren las circunstancias y condiciones de la aplicación. Por este motivo dividiremos la exposición de este asunto en dos grupos que llamaremos saneamiento de los edificios y saneamiento de las poblaciones, pero en ninguno de ellos podremos hacer más que indicar las condiciones generales de su resolución, pues que un estudio detallado de este problema exigiría gruesos volúmenes.

Saneamiento de los edificios.—Entre las múltiples condiciones que debe llenar un edificio, considerado aisladamente ó en general, figuran en primera línea las que se refieren á la salubridad y la higiene, siendo

las más importantes las circunstancias topográficas del sitio en que se levanta, la exposición de sus fachadas respecto á los vientos reinantes, las cualidades del suelo y subsuelo desde el punto de vista de su permeabilidad, las humedades y corrientes de agua subterránea que contenga, la capacidad y disposición de su conjunto y cada una de las partes que le componen, y otras varias de menos importancia. Pero tratándose de los edificios de una población se encuentran ya fijas y determinadas las principales de las condiciones antedichas y solo resta impedir la acción destructora de las humedades inferiores y adoptar las disposiciones convenientes á fin de evitar que puedan introducirse miasmas nocivos y deletéreos.

Por lo tanto, para conseguir que un edificio se encuentre bien saneado hay absoluta necesidad, no solamente de que las humedades exteriores no puedan influir en su interior, sino facilitar la salida de las aguas y demás sustancias que puedan ocasionar emanaciones perniciosas. Respecto á este particular el Dr. Pridgin Teale, encargado de la enfermería general de Leeds, dice en su libro titulado *Peligros, desde el punto de vista sanitario, de las casas mal construídas:* «En todas las fincas cuya vigilancia he tenido, me he encontrado en presencia de una salida más ó menos defectuosa de las aguas y de los residuos. Como médico, he tenido con mucha frecuencia que comprobar los deplorables resultados de semejante estado de cosas. La mayor parte de las enfermedades para que me han llamado no tenían otro origen que la insalubridad de las habitaciones, insalubridad engendrada por una evacuación incompleta ó defectuo-

sa. Estoy íntimamente persuadido de que se puede atribuir el tercio, á lo menos, de las afecciones que afligen á la humanidad, y particularmente las que acompañan y siguen á los alumbramientos, al olvido de las precauciones sanitarias de los edificios.»

Puesto que tan fatales consecuencias ocasiona el abandono ó descuido de las condiciones higiénicas de los edificios, y tan general es entre nosotros concederles pequeña ó casi nula importancia, bueno será que digamos algunas palabras acerca de esta cuestión, cuya trascendencia es mucho mayor de lo que á primera vista parece, respecto á la energía y desarrollo de la población de un país cualquiera.

Humedades exteriores.—El aire frío y húmedo es sumamente perjudicial á los organismos delicados, puesto que en la mayor parte de los casos es la causa originaria de pleuresías, tisis, anginas, reumatismos y otras enfermedades que postran y diezman la humanidad. Varios son los ejemplos de un edificio levantado sobre un suelo impregnado de humedad en el que se han observado los perniciosos efectos de esta á la extraordinaria altura de ocho metros, y son frecuentes los que dejan percibirla á tres metros, en virtud de la acción capilar y según la naturaleza de los materiales empleados en la edificación. Efectos semejantes se observan cuando cierta altura de tierra se apoya directamente sobre un muro de fachada.

Ambos inconvenientes se evitan adoptando la disposición representada en la fig. 19, lám. III, según una sección vertical. El muro de fachada *D* del edificio se encuentra separado de las tierras contiguas por medio de otro muro *E* que se une directamente al primero por su pié, mientras que por la parte superior

se forman de cuando en cuando botareles ó dinteles que dejan debajo el espacio libre *A* entre ambos muros. La línea gruesa horizontal *B*, situada debajo del piso inferior, representa la hilada impermeable interpuesta entre el subsuelo *G* y el cuerpo del muro. Esta hilada consiste generalmente en una capa de brea, asfalto ó pizarras sentadas sobre buen cimento y á veces se forma con placas de arcilla bien cocidas y vitrificadas de Doulton ó Taylor.

La adopción de esta hilada impermeable evita por completo la subida de las humedades inferiores, mientras que el espacio *A* llena el mismo objeto con las laterales. Estableciendo en *C* rejas ú otras aberturas convenientes y dejando en *C'* ciertos taladros, se produce una corriente de aire *C C'* de tal suerte que se encuentra perfectamente ventilado el espacio comprendido entre el suelo y el piso inferior del edificio. Estas corrientes de aire deberán establecerse siempre en los pisos inferiores, así como entre las piezas de madera de los pisos altos y de la armadura, con objeto de evitar su putrefacción.

Aparte de esta disposición, que es completamente eficaz en sus resultados, se adopta también con el mismo objeto el establecimiento de tubos de drenaje ó avenamiento, situados cerca de las fundaciones del edificio, los cuales absorben el agua inmediata y en virtud de la inclinación general que presentan, la conducen á un punto bastante lejano y donde no puedan ser perjudiciales.

Retretes, lavaderos, etc.—La causa que acaso influya más en la salubridad de un edificio es la manera como se procure impedir que las humedades y miasmas producidos por las aguas sucias y deyecciones, puedan

perjudicar á las personas que en él residen. Cualquier circunstancia que ocasione la infección del aire, del agua ó del suelo, es un peligro constante para la salud; así es que todo edificio en el que se encuentre el aire viciado, el agua impura y saturado el suelo con materias nocivas, causas que provienen la mayor parte de las veces del abandono é incuria de sus habitantes, puede considerarse como un foco infeccioso y mortífero para todas las personas que residan en él.

La situación ó colocación que tengan los retretes en el edificio que se considere; los aparatos que se adopten para conseguir que las materias fecales no vicien el aire inmediato, y los medios de hacer que estas materias se alejen de un modo conveniente y lo más pronto posible, son las circunstancias principales que deben llenar estos lugares, con harta frecuencia y á causa de descuidos imperdonables, origen de muchas y graves dolencias.

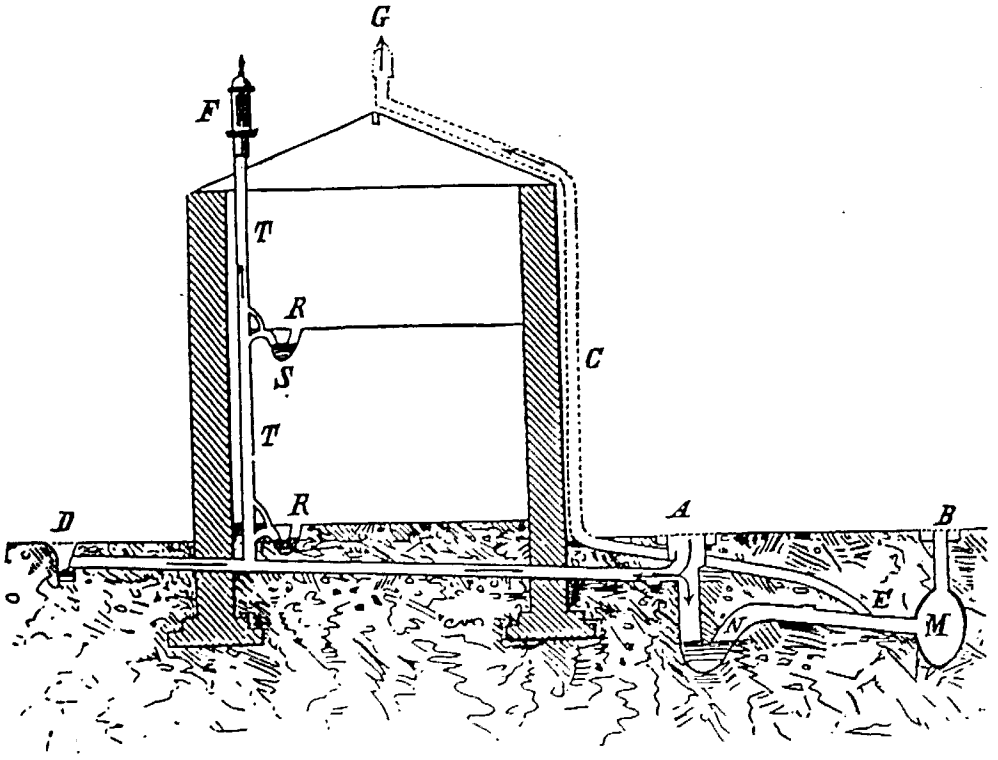
No es esta ocasión oportuna para entrar en el examen de cada una de estas cuestiones, por interesantes que sean, y solo diremos en términos generales que los retretes deberán situarse, siempre que sea posible, en los extremos del edificio, tener la menor comunicación con las demás habitaciones y estar perfectamente ventilados (1). En cuanto á los aparatos que tienen por objeto impedir que las materias defe-

(1) Hay poblaciones en nuestro país, y Madrid presenta muchos ejemplos, en donde parece que se han propuesto llenar las condiciones opuestas en la situación de estos lugares, colocándolos en lo interior del edificio, en constante comunicación con la cocina y sin ventilación de ninguna clase. El castigo de tal conculcación de los principios higiénicos se encuentra en la mortalidad ocasionada en estos edificios.

cadas vicien el aire de la habitación, es tal el cúmulo de los que presenta la industria, unos metálicos y otros de alfarería, que su sola enumeración ocuparía un gran espacio; pero en todos se trata de interponer entre las deyecciones vertidas y la habitación, ya sea una chapa metálica, como en los de Banner, ya una capa de agua más ó menos gruesa, como en los numerosos sifones hidraúlicos adoptados. Por último, los tubos de bajada tanto de los retretes como de los fregaderos, baños, lavabos y demás, deberán llenar la condición de ser completamente impermeables, presentar por dentro una superficie bien unida y prolongarse superiormente por encima del tejado del edificio, en cuyo extremo se establecerá un ventilador, á fin de que todos los miasmas suban y se esparzan en la masa de la parte alta de la atmósfera. Por el extremo inferior desembocan estos tubos en pozos ó en tubos especiales que conducen las materias á cierta distancia. Generalmente se colocan estos tubos en lo interior del edificio; pero siempre que se pueda es preferible ponerlos exteriores, pues cualquier escape por las juntas sería mucho más nocivo á la salud en el primer caso que en el segundo.

En la fig. 20, adjunta, aparece en croquis la sección vertical de un edificio en que se han adoptado estos adelantos modernos, representando *R R* los retretes ó cualesquiera otros vertederos de agua sucia, *S* el sifón hidraúlico que impide la entrada de los miasmas que se producen y *T T* el tubo de bajada, en cuyo extremo superior se encuentra el ventilador *F*. Por la parte inferior se comunica, ya sea con el pozo de aguas sucias, sistema perjudicialísimo á la salud por mantener constantemente ese foco de infección que al limpiarlo

esparce miasmas nocivos y olores repugnantes, ya con los drenes que están en comunicación con las alcantarillas inmediatas de salida.



(Fig. 20.)

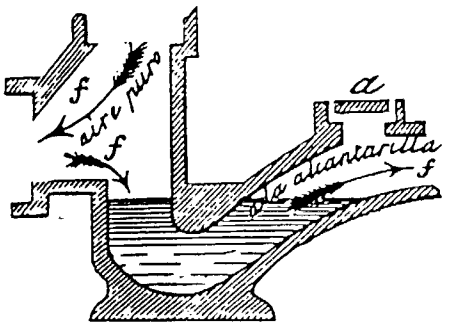
Drenes.—Se da este nombre á las comunicaciones que se establecen por debajo de un edificio para dar salida á cierta distancia á la aguas sucias. Generalmente desembocan, en las poblaciones de alguna importancia, en las alcantarillas que recorren subterráneamente sus calles, y pueden hacerse de ladrillo, de tubos de alfarería y de hierro. Siempre deben llenar la condición de ser completamente impermeables, presentar una superficie interior perfectamente lisa para la fácil marcha de las materias conducidas, y tener la inclinación necesaria á este objeto.

Los drenes de ladrillo no presentan una superficie interior bastante lisa, y los de hierro, aunque empleados en París y en muchas poblaciones de América, y duraderos cuando se preservan por el procedimiento de Barff, resultan en general costosos; así es que los de aplicación más frecuente, son los tubos de arcilla cocida. La longitud de estos tubos es de 60 centímetros, y su diámetro varía desde 10, 15 y 22 centímetros, hasta 30, con los gruesos respectivos en su pared de 12, 16, 22 y 25 milímetros. La cocción á que se los somete no es excesiva, presentan vidriada su superficie interior y tienen un ensanche en uno de sus extremos para enchufarlos convenientemente. Estos mismos tubos se emplean también en las bajadas de aguas en que nos hemos ocupado anteriormente, cuidando en todos los casos de hacer que sus uniones sean completamente impermeables.

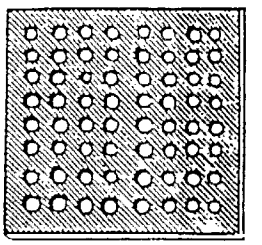
La posición preferible de los drenes es cuando presentan la menor longitud posible debajo de los edificios que sanean; pero siempre que estos se encuentran en contacto lateral, como sucede de ordinario en las poblaciones, tienen que atravesarlos inferiormente para ir á desaguar á la alcantarilla más próxima. En la fig. 20 aparece esta disposición, representando *DD* el dren que se dirige á la alcantarilla *M*. La condición más importante que estos drenes deben llenar desde el punto de vista higiénico, es impedir que los miasmas y emanaciones de la alcantarilla en que desaguan puedan introducirse en el edificio, y á este fin se establece el sifón hidráulico *N*.

En mayor escala aparece en la fig. 21 este sifón, representando las flechas *ff* la marcha de las aguas sucias y la *f'* la corriente del aire en sentido inverso

que empieza desde *A* (fig. 20), recorre el dren y sube después por *T T* para salir por el ventilador *F*. En este sifón hay una tapa *a* (fig. 21) que sirve para reconocer el aparato siempre que sea necesario, y en *A* (fig. 20) se coloca un enrejado ó placa de fundición con taladros, según se ve en la fig. 22, con objeto de

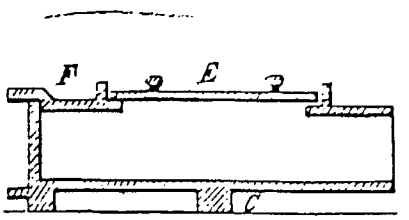


(Fig. 21.)

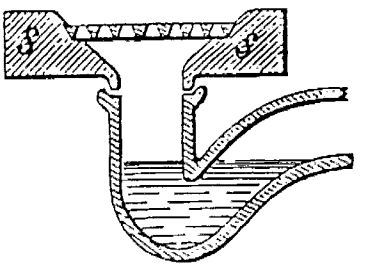


(Fig. 22.)

que pueda entrar en el dren el aire exterior. Dos perfeccionamientos importantes se han introducido en este sistema de saneamiento. Uno tiene por objeto poder examinar y limpiar los drenes debajo de los suelos del edificio sin necesidad de tener que deshacerlos, y consiste en colocar en un punto conveniente un tubo con tapadera, según se ve en *E* en la sección vertical que representa la adjunta fig. 23: el otro consiste en situar en el punto más alto del dren *D D* (fig. 20) un sumidero, cuya sección vertical aparece, según *S S*, en la fig. 24, y que no es otra

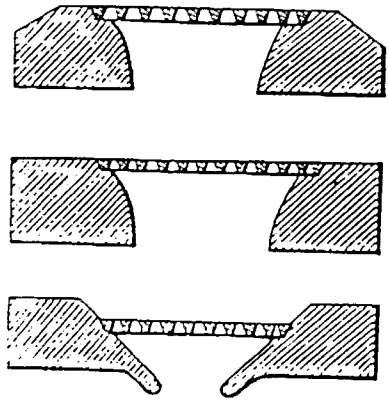


(Fig. 23.)



(Fig. 24.)

cosa que un sifón de arcilla cubierto con una chapa de hierro taladrada, sistema que tiene útil aplicación en los lavaderos, patios asfaltados ó empedrados, etc. Estos sumideros pueden establecerse formando un resalto sobre el suelo inmediato, á su nivel ó más bajos, según las circunstancias, apareciendo en sección los tres casos en la fig. 25.



(Fig. 25.)

Combinado con una ventilación eficaz este sistema de drenaje, debido á M. Buchan, quien ha obtenido varias medallas en diversas exposiciones, y dos recompensas de 1.ª clase en la Exposición Médica y Sanitaria de 1881 en Londres, se consigue que los edificios sean perfectamente saludables é higiénicos; no siendo de extrañar, dada su relativa economía y su gran utilidad, que se hayan colocado en Inglaterra hasta fines de 1883, unos 23 000 sifones hidráulicos de este sistema.

Saneamiento de las poblaciones.—Por más interesante que sea la cuestión del saneamiento de los edificios para conseguir buenas condiciones higiénicas para sus habitantes, según acabamos de ver, siempre

serán deficientes los resultados obtenidos si no se armoniza con un buen sistema de saneamiento general de la población en que se encuentran enclavados, como hemos hecho notar más arriba, citando el ejemplo de Munich y otros más que pudieran aducirse. Tomando por lema el aforismo de Pasteur, de que «el hombre puede extirpar las enfermedades que originan los parásitos,» ha publicado recientemente M. A. Wazon una obra (1) en la que expone el origen y marcha de las materias que desechan las poblaciones.

El problema, considerado en toda su generalidad, consiste en proporcionar agua pura y abundante de manantiales ó corrientes naturales, y distribuirlas en varias partes de los edificios; en verterla en vías especiales, una vez utilizada en los usos domésticos, donde se mezcla con la que proviene de las lluvias y limpieza de la vía pública; en conducir estos productos á puntos lejanos y convenientes donde se purifiquen y utilicen; y por último, en volver esta agua á los ríos en condiciones de pureza parecidas en cuanto sea posible á las que primitivamente tenía, llenando de esta suerte el principio cardinal de promover una circulación constante. La primera condición se llena afortunadamente en gran número de poblaciones de alguna importancia, entre las que figura en primera línea Madrid con su abundante abastecimiento de aguas del río Lozoya, por medio del canal de Isabel II; pero no podemos ocuparnos aquí en esta interesante aunque difícil y compleja cuestión. La segunda, la hemos indicado anterior-

---

(1) *Principes techniques d'Assainissement des Villes et Habitations*, par A. Wazon, ingenieur civil.—Paris, 1884.

mente en sus términos generales, y tan solo podremos decir algunas palabras acerca de las otras dos, ó sea respecto á los alcantarillados y á la depuración y aprovechamiento de los productos que los recorren.

Alcantarillados.—Es tal la importancia de un buen sistema de alcantarillado para dotar de favorables condiciones higiénicas una población, y tan demostrada está su eficacia por la experiencia, que las ciudades importantes no han retrocedido ante gastos que parecen enormes, para conseguir tan inapreciable beneficio. Londres lleva gastados en la construcción de su alcantarillado general moderno muy cerca de 150 millones de pesetas (1); casi la misma cantidad ha invertido con este objeto Paris (2), y otro tanto han hecho proporcionalmente las principales capitales de Europa.

No nos es posible entrar en el examen técnico de esta cuestión, y solo consignaremos que la magnitud é inclinación de las alcantarillas depende de la extensión de la superficie que deben sanear, según las circunstancias locales, y del relieve del terreno en que se han de establecer. En cuanto á su forma hay una gran variedad en los detalles de los tipos adoptados; pero el que se representa en *M*, de la fig. 20, es uno de los más generalmente usados, formándose su contorno por medio de dos circunferencias tangentes entre sí, teniendo la superior doble radio que la otra y enlazándolas lateralmente por dos arcos de círculo, tangentes á ellas. Esta forma oval presenta ventajas reconocidas, tanto desde el punto de vista técni-

(1) The Builder; vol. XVII, pág. 216.
(2) Id., id., pág. 45.

co, como del económico é higiénico, facilitando su construcción y el arrastre de las materias que haya de conducir (1).

Dos condiciones esenciales debe llenar todo alcantarillado, á parte de su solidez y de la lisura de la superficie sobre que han de correr las materias conducidas, y son: la completa incomunicación de los miasmas con los edificios contiguos y la conveniente ventilación. Ya hemos dicho anteriormente la manera de conseguir el primer objeto, haciendo uso de los sifones ó cierres hidráulicos en los drenes de los edificios. Es tan indispensable esta incomunicación para la higiene pública y privada, cuanto que sin ella las casas que durante la noche, y especialmente en invierno, se cierran lo mejor posible y se caldean bastante, dan lugar á un enorme tiro, en virtud de la menor densidad del aire que encierran, y absorben, introduciendo en su seno, los miasmas infecciosos y deletéreos de la alcantarilla inmediata. Tan interesante es en nuestro concepto esta cuestión, que deseamos vivamente se haga obligatoria tal prescripción en Madrid, como está establecida en otras capitales importantes, penándose por la ley al propietario de todo edificio que se encuentre en comunicación directa con el alcantarillado.

Varios medios se adoptan para conseguir que se ventilen las alcantarillas sin perjuicio de los habitan-

---

(1) Es deplorable que en la actualidad se esté construyendo en la parte Sur de Madrid una alcantarilla general con dimensiones exageradas; malas cualidades higiénicas, y con un costo de 5 á 6 veces superior al necesario. La forma de su sección es muy parecida á la adoptada por los antiguos romanos en su célebre Cloaca Máxima, construída hace unos 25 siglos.

tes de los edificios contiguos ni de los transeuntes de la vía pública. En ciertas poblaciones, como acontece en Madrid, se establecen de trecho en trecho, junto á las aceras, pozos de bajada para las aguas de lluvia y riego, que al mismo tiempo sirven para la ventilación de la alcantarilla contigua; pero los miasmas que por ellos salen y que van á afectar directamente á los transeuntes de las aceras, los hace incómodos y repulsivos en alto grado, como nos lo acredita la experiencia diaria, especialmente en el verano. Menos inconvenientes presentan cuando están situados en el centro de la calle, sobre todo cuando esta es bastante ancha, según aparece en *B* en la fig. 20, y aun se mejoran sus condiciones estableciendo en estos puntos un tubo vertical situado en el centro de urinarios, faroles ú otras construcciones análogas, el cual esparce los miasmas á cierta altura.

En el día se ha hecho obligatorio en ciertas localidades de Inglaterra el empleo de tubos verticales ó inclinados que desde la alcantarilla llegan á la parte superior de los edificios contiguos, sin obstruir en nada la vía pública, y proporcionando una buena ventilación. La manera de establecer esta tubería aparece en la fig. 20, según *E C G*, cuidando de situar su unión con el dren en un punto *E* entre el sifón hidráulico y la alcantarilla, y pudiéndola empotrar en la pared de fachada del edificio, si no se quiere que quede visible. Por la parte superior sigue la vertiente del tejado hasta la cumbrera, donde se coloca un ventilador *G* para facilitar y promover el escape de los miasmas, esparciéndolos en la masa alta de la atmósfera.

Depuración y aprovechamiento de los productos de las alcantarillas.—Si se dejan verter directamente los

productos que conducen las alcantarillas de una población en las corrientes naturales de agua más inmediatas, no tan solo las ensuciarían hasta el punto de no ser utilizables en una extensión más ó menos grande para la generalidad de los usos domésticos, sino que serían, y son con harta frecuencia, causa determinante del desarrollo de enfermedades infecciosas y epidémicas, como se ha observado en numerosos casos del extranjero, y una reciente experiencia nos lo ha probado en 1884 con relación al cólera en algunas de nuestras poblaciones. En los países adelantados se ocupan extraordinariamente hace más de veinticinco años en esta clase de cuestiones, y son numerosas las leyes que regulan cuanto pueda influir en la salud pública y en la pureza de las aguas corrientes naturales.

No podemos entrar en el examen de esta importante cuestión para la higiene pública de las poblaciones (1); pero fijándonos en Londres, bastará decir que los productos de las alcantarillas en su parte Norte, conducidos á Barking, á unos 9 kilómetros aguas abajo de la población, vierten en el Támesis 290 000 metros cúbicos al día, y otra gran parte se destinaba en 1869 al riego de una extensión de más de 30 hectáreas que desde entonces ha ido aumentando considerablemente (2). Mucho se ha tenido que

---

(1) Véase para más detalles *Assainissement des villes et des cours d'eau*, por Ronna, Paris, 1874, é *Higiene y Saneamiento de las poblaciones*, por Fonssagrives, Madrid, 1885.

(2) Según el Dr. Letheby (Transactions, 1880) 1 000 personas de una población producen 17 000 litros de aguas de alcantarilla al día, que contienen 75 kilogramos de materias orgánicas, 15 de nitrógeno, 4 de ácido fosfórico y 3 de potasa.

luchar en Londres, Edimburgo y otras poblaciones de Inglaterra para vencer las preocupaciones del vulgo y establecer este medio de depurar y utilizar las aguas sucias; pero sin entrar en el detalle de la cuestión, nos limitaremos á reproducir los informes de personas ilustradas é imparciales.

El Dr. Creswell, dice: «Mis investigaciones y observaciones durante los tres últimos años me hacen partidario de este modo de utilización de las aguas de las alcantarillas. Como ejemplo de la perfección que alcanza la depuración, puedo citar haber visto más de una vez beber el agua que provenía de prados regados por ellas, por individuos que ignoraban su origen. El agua es limpia, transparente y sin ningún gusto. Repito, después de haber seguido de cerca la operación, que el sistema de riego bien conducido, no ejerce la menor influencia en la salud de los habitantes de las inmediaciones». El Dr. Carpenter ha declarado en el mismo sentido, y por último, la Comisión encargada de informar acerca de este punto, dijo en 1868: «En todos los puntos en que hay suelo arcilloso, como en Warwick y Norwood, ó suelos permeables, como en Barking, Croydon y Bedford, extendiéndose el riego uniformemente sobre una superficie suficiente y alimentando constantemente plantas de crecimiento rápido ó suculentas, los resultados son satisfactorios; las aguas de alcantarillas se desprenden de sus impurezas en provecho de abundantes producciones.»

Análogamente se ha tratado de resolver esta cuestión en París, si bien sus condiciones higiénicas no son en varios conceptos tan favorables como las de Londres. Según expresa uno de los autores cita-

dos (1): «El agua no existe en todas las casas, y los pozos negros que se conservan llevan consigo la lepra de tenerlos que limpiar. Así es que en estos dos puntos, de interés capital para la higiene de la ciudad, la situación de inferioridad de París es evidente comparado con Londres, Milán, Bruselas, Viena y las numerosas ciudades de Inglaterra sometidas al *Public health Act.*»

En la capital de Francia se aprovechan las aguas de las alcantarillas en el riego de 570 hectáreas en el pueblo inmediato de Gennevilliers, y se está extendiendo en el día para regar 6 600 hectáreas en Saint Germain, y son tales los resultados obtenidos, que el precio del arriendo de la hectárea no regable es de 90 á 120 pesetas, mientras que llega á 300 y hasta 500 cuando puede regarse. También aquí como en todas partes ha habido quejas y reclamaciones de los habitantes inmediatos, fundadas en preocupaciones más ó menos generales, atribuyendo al riego la aparición de fiebres palúdicas; pero no tan solo se ha probado plenamente la inexactitud de tal aserto, sino que en el pueblecito de Gresillons, que se ha levantado rápidamente en el centro de la extensión regada, y se encuentra habitado exclusivamente por los empleados en esta ocupación, no ha habido ni un solo caso de fiebre. Por último, en un documento oficial presentado en la Exposición de Londres de 1884 se dice terminantemente respecto á estos riegos: «La prosperidad de la llanura y su salubridad son hoy indiscutibles; en cinco años la poblacion ha aumentado en 34 por 100 (2)...»

---

(1) Ronna, pág. 387.

(2) *Catalogue de l'Exposition spéciale de la Ville de Paris*, 1884, página 54.

Hechos análogos á los que acabamos de citar forman la historia de esta cuestión en Bruselas y otras capitales, por lo que nos creemos dispensados de entrar en su reseña; pero dada la gran trascendencia que desde el punto de vista higiénico y económico entraña el aprovechamiento de las aguas de las alcantarillas y la necesidad que se siente de que lo resuelva nuestra capital, terminaremos con las palabras de una decisión ministerial del Gobierno francés en 1875. «Se debe mirar como el más eficaz, el más económico y el más práctico de todos los medios actualmente conocidos, el que consiste en emplear estas aguas para el riego de cultivos y en su tratamiento por filtración á través de un suelo suficientemente permeable.»

Expedientes de obras de alcantarillado en Granada.

1536 a 1798.

1536. Eliminación del darro de la Calle Azacayas por perjudicar el uso y aprovechamiento de las aguas limpias.

Archivo Histórico Municipal de Granada. Legajo 91.

Granada
Albe de Azacaya
y tambien Sierpe
de la calle de el
Barrillo

Año
de 1535

Aguas Suzias
Calle de la Azacaia

Diego Montañes y otros interesados en el
agua de el Ramal que va al Albe de Azacaya
Tabazeri =

Con

Rodrigo Pagan y otros Rtes de la calle de el
Ricorde Peralta = s. que se deshuzie y tenga por
la madre de aguas suzias que abian abierto por ser
en perjuizio de los y otros vecinos de el agua limpia
de dho Ramal =

1655. Limpieza de un darro frente al Convento de Santo Domingo.

Archivo Histórico Municipal de Granada. Legajo 91.

Guas

1655

Autos para la limpia de la madre Oliva de la acequia en la huerta de los frailes de Sto Domingo junto a la calle de San Juan

Baeza, 91

Diego Jerónimo de Luna

Diez maravedis

SELLO QVARTO, DIEZ MARAVEDIS, AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQVENTA Y CINCO.

D. Fr.co Cardallac. Oma que se le
quatro dias de aviendo el juez cirado mayor
Giron no ha hecho que tengo necesidad p.
guardad del dicho dinero que se
me pornan que se pasa alos dichos cirbo
mayordomos. de med. reales y mencio
y nueve en el del. reino n.º que me
despachado en Don miguel de aguilar
rrez. de mesa reyes. de Sevilla y alle
hallay dos por cinco dias de aviendo yu
alcabalas. no pone tiempo diez. años que
mencar. no acorrer. de dos che dos vng vent
y dos y dezen. en un acorrer. cuando que
dicho. fue sup. con mande se me
dehe tenn. pedich al mayordomo
Fer. y en manera que hagaje Pa. fr.

Margin

SELLO QVARTO DIEZ MARAVEDIS AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQUENTA Y CINCO

Don Francisco de Ortiz Regidor del Cabildo de la calle que esta junto a la de San Pedro Martir = Digo que la madre de la calle de la calle esta muy ahondada de Piedras de Agua de Lluvia en la carcel y haciendo muchos gastos con el negocio de Don Diego de Aguilar Alguacil Mayor de la Ciudad y porque es de razon que el Cabildo se desvele en que se haga la obra de la calle de la carcel y que los que negocian della se aprovechan su Excelencia pedimos se sirva de mandar

Juan Gil de Hidalgo
Diego de Andrade
Cristobal de Santa Cruz
Francisco de Ortiz

MANUEL METINA

Fernando de Ulloa

Vista la cont. siendo en esta Peticion y parece que la madre que va por la calle de San Pedro Martir esta ahondada pedimos que las casas que le abe

[illegible] Don Miguel Fernando Alcalde de [illegible]
[illegible] Granada [illegible]
[illegible] Don Martin de Vendano

Guardese el parecer de los Señores Marques de Corpome y Don Francisco Cabalier que se [illegible]
de segundo de la Carpenteria que se hizo en la Casa
que tienen a por hecha [illegible] el
limpiar con aprovechamiento que para el [illegible]
termino se hara adelante [illegible]
el Marques de [illegible] de Fuenmayor [illegible]
el Señor Don [illegible] Don Miguel [illegible]

Don Miguel Fernandez [illegible]

En Granada a doce de Febrero de mil y [illegible]
a lenno para [illegible] que se pregonen
la Carta de Marco de arriba en forma de [illegible]

Don Miguel Fernandez [illegible]

En Granada en catorce de Febrero de mil y [illegible]
Cancanon por [illegible] Marco Perez [illegible]
otro pregonen [illegible]

[illegible]

Para despachos de oficio dos mrs

SELLO QVARTO, AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQVENTA Y CINCO.

Alabada sea la limpia Dios bendito por siempre amen que es fee

Granada en veinte y un dias del mes de febrero de mil y cincuenta años se dio
por pregon alabada sea la limpia que es fee = Parrilla

Granada en veinte y cinco dias del mes de febrero de mil y cincuenta años se dio
otro pregon alabada sea la limpia que es fee Parrilla

Granada en veinte y ocho dias del mes de febrero de mil y cincuenta años se dio
por pregon alabada sea la limpia que es fee Parrilla

Granada en veinte y tres dias del mes de febrero de mil y cincuenta años se dio por
alabada sea la limpia que es fee = Parrilla

Lo tasa en 800 rs

Granada en diez y nueve dias del mes de febrero de mil y seiscientos y
cincuenta y cinco años parecio Bernardo Manuel Maestro
de limpia madres de agua que doy fee como tengo
que hace dos años en la limpia de la madre de
acequia de la Alpujarra en precio de seiscientos reales que
se han de pagar para hacer la dicha limpia de la dicha
acequia de los herederos de el Aprinta por de la
que es de el rio de Malagna en la Calleja de la acequia
principal hasta la entrada de la Aguarada limpiar que es
en la acequia gorda y sacar el barro al campo de
cerca sin hazer que se le empedrame y por de
dre la cobrar que se le hizen en la dicha acequia de por
el tiempo por tres dias en forma y firmo por no saber
Antonio Alvarez Cid de Luzo Alcalde de la ciudad de
Granada = Ante mi Bernardo Gonzalez Antonio Manuel Parrilla

Reg

Granada en veinte y tres dias del mes de febrero de mil y cincuenta

Vaxa 100 R

En Granada en diez de Noviembre de mil y seiscientos y cinco

en [illegible] por ante [illegible] Maestro de

en la Capilla Mayor que es la Conceptiva que se pasa a la Iglesia

700 R

de esta Madre el Convento en que se pusiere de ocho cientos

reales de vellon de la puesta en sesenta reales

y con las condiciones de la postura y otorgo bastante

en forma lo firmo por no saber el Señor Gran

Canciller Don Eduardo de Mora y Silva de Velasco y de Gran

Don Diego Gomez de Molina Gomez Guerrero

En Granada en diez de Noviembre de mil y seiscientos y cinco

dig

la Limpia de la Fee = Paulmartha

Vaxa 400 R

En Granada en diez de Noviembre de mil y seiscientos y cinco

en

Pv. R

Bernardo Manuel otorgo que se obligo de la Limpia de la

Concepcion en la puesta de la Limpia de la

reales de vellon que se pusiere en sesenta

reales otorgo bastante obligacion en forma bastante

y de derecho lo firmo por no saber lo firmo

testigos que lo fueron Gran Canciller Don Diego de Molina y Don Eduardo

de Mora y Verdugo

Don Diego Gomez Guerrero

Don Diego Gomez

En Granada en veinte de Febrero de mil y seiscientos y cinco

dig

por parte de la Limpia de la Fee = Paulmartha

Vaxa 500 R

En Granada en [illegible] de Febrero de mil y seiscientos y cinco parecio Gran

en

Bernardo Maestro de la Limpia Madre que es de la Con

otorgo que con las condiciones de la postura de

599 R

la Limpia de la Madre de cinquenta

reales de vellon que se pusiere en quinientos

y cincuenta reales otorgo bastante

en forma lo firmo por no saber el Señor Gran

Gran Canciller Don Eduardo de Mora y Verdugo

Don Diego Gomez Guerrero

Para despachos de oficios 50 mrs

SELLO QVARTO, AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQUENTA Y CINCO.

Pregon a la Santa Limpia Jesu Xpo por mandado de Jhe
Fran.co Caravallo

En Granada en 5 dias de febrero de 1655 años se pregonó por
la Santa Limpia Jesu Xpo por mandado de Jhe
Caravallo

Por la S.ta M.

En Granada en veinte dos de febrero de mil y seiscientos y cincuenta y cinco años parecio Fran.co Garcia maestro de limpiar madres que doy fee conozco y otorgo que hace sabe en la limpia de esta madre de cincuenta reales de
Por la M.

Limosna de la puerta en quatrocientos y cinquenta R.s
Cno Blg.n de la Santa limpia a saber tacion de los
de Cerrado otorgo haber recibido el Blg.n en forma de
firmo por no saber el Claudio Gomez y Fran.co Lucas
testigos vezinos de Gran.da
Fran.co Garavallo
Claudio Gomez

En Granada en 5 dias de febrero de 1655 años se pregonó
por la Santa Limpia de Jhe
Caravallo

En Granada en veinte y tres de febrero de mil y seiscientos
por la Santa Limpia Jesu Xpo por mandado de Jhe
Caravallo

Por la M.

En 5 dias de febrero de mil y seiscientos y cincuenta y
años parecio Geronimo de Luna maestro de limpiar madres
Por la M.

que doy fee conozco y otorgo que en la
Ciudad de Granada a quien doy fee conozco y otorgo que en la
Condiciones de Sarpa buena hace saber la Sada de dos reales
en la limpia de esta madre de forma que la de sacar
en quatrocientos y quarenta reales que se le
cobran para hacer la obra firmo por no saber el Claudio
Gomez testigos Fran.co y Lucas de Belmonte vezinos de Gran.da
Fran.co Garavallo

[illegible]

[illegible] Lauriano

En Granada en veinte de febrero de mil y seiscientos y [illegible] años parecio Juan Moreno maestro de limpiar madres. Lauriano

Doscientos y quatro reales en quatro

En Granada en veinte de febrero de mil y seiscientos y [illegible] años parecio Juan Moreno maestro de limpiar madres que se le encargo que acabase de limpiar y sacar las madres que se le entregaron para hacer la prueba en quatrocientos reales de formaqueta de la prueba en quatrocientos reales que se le mandaron para hacer la dicha obra y no la ha hecho y acabado en forma bastante de que se le da por ninguna y no se le pagara por ser hecho por [illegible] y [illegible] y [illegible] Lauriano

Andres de Molina Manuel Gomez Lauriano

En Granada en veinte de febrero de mil y seiscientos y [illegible] años se pregono por [illegible] Lauriano

Diez reales

En Granada en veinte de febrero de mil y seiscientos y [illegible] años se pregono por Bartolome Perez pregonero publico se pregono la dicha obra diciendo como esta puesta en quatrocientos reales y que se remata luego en la persona que mas baja hiciere y se remate luego en la persona que mas baja hiciere y se pregono hasta que no parecio mas postor y se pregono y se remate diciendo como se remata luego y por no parecer quien baje de dicho precio se remata luego y por no parecer quien baje menos que buena por lo que se remata luego que muy buena por la haga: Dar que se remata la dicha obra en los dichos quatrocientos reales y se le da por la dicha cantidad y lo firma la dicha [illegible] Lauriano

Andres de Molina Manuel Gomez Lauriano

Lucas Moreno que se le da por [illegible] y que se le da por [illegible] Lauriano

En [illegible] de febrero de mil [illegible] cinco años
[illegible] de Antonio [illegible] de la [illegible] en la parroquia de
[illegible] pago al [illegible] perez [illegible] por la [illegible] de
que se le [illegible] por la
ocupacion que tenia en las [illegible] [illegible]

[illegible]

Alto

En Maula de Granada en [illegible] de febrero de mil y seis
años se dio Antonio Barquero de [illegible] de
[illegible] [illegible] mando se haga
apeo de los [illegible] que pertenecen a su madre
y entre ellos se haga [illegible] de [illegible] que se
[illegible] [illegible] [illegible] para la
obra de San Pablo

[illegible]

Alto

En Maula de Granada en [illegible] de febrero de mil
y seiscientos y [illegible] y cinco años [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] en compañia de su
[illegible] maestro de limpiar [illegible] para [illegible]
[illegible] de agua [illegible] [illegible]
[illegible] en forma de [illegible] [illegible] de [illegible] [illegible]
[illegible] las casas que pertenecen a su madre [illegible] [illegible]
forma [illegible]

Alcazar [illegible] [illegible] por [illegible]
por [illegible] [illegible] por cada una que en
quatro [illegible] 4

Alcazar de Antonio Marinquero
[illegible] dos [illegible] 2

Juan Bautista de [illegible] por [illegible]
[illegible] una [illegible] por [illegible] 2

Para despachos de oficio dos mrs

SELLO QVARTO AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQVENTA Y CINCO

A Macara de Beatriz de Arnaes para otro de seruicio 2

A la Rinda de Sp.ª de Arnaes para otro de seruicio 2

A Doña Ana de la Sala para otro de seruicio 2

A Mascara de Diego de Alcalde para otro de seruicio 2

A Mascara de Fran.co de Serpuera para otro de seruicio 2

A Mora de Pedro Gomez para agua de seruicio 3

A Mascara de Mar.n Fran.co quiros para otro de seruicio 4

A Doña Ana de Aguirre para otro de seruicio 2

A Mascara de Fran.co de Martin para otro de seruicio 4

A Mascara de Roque Cruz para otro de seruicio 2

A Morro nuebo que tiene Juan Garcia para agua y seruicio 3

Lorenzo garcia para otro de seruicio 2

A Mascara de Sp.ª Muñoz para otro de seruicio 2

A Mascara de Manuel Lopez para otro de seruicio 2

A Manuel Marrero para otro de seruicio 2

A Mascara de Bernardo Perez para otro de seruicio 2

A Mascara de Pedro Juan para otro de seruicio 2

A Mascara de Gregorio Rodriguez para otro de seruicio 2

A Francisco Antiguedad para otro de seruicio 2

En la forma que se hace mencion de arriba que no se mascara que pagaren en Regimiento de Diez Reales

Para despachos de oficio de justicia

SELLO QVARTO AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y CINQUENTA Y CINCO.

Cuerpo de gasto

Primeramente se conceda querpo de gasto quatro cientos reales que se han de dar al Maestro Mendez para ser cadira — 400

Ytem se mandan se repartan al Alcalde mayor y otros Reales — 003

Al Maestro de las aguas de su derecho de sacar seis reales — 006

Al Mayordomo del Cau de las Barcas de repartimiento de los reales — 012

Al que Bricione Mapeo los reales que se pagan cada año — 006

Al Pregonero de los pregones remate de la limpia de los reales — 006

Al dicho de los derechos de los autos de repartimiento manda se tome el papel sellado de los reales — 012

De manera que suma el montado del querpo de gasto quatrocientos y quarenta y cinco reales que hacen quinientos y treinta y cinco reales que hacen quinientos y treinta y cinco reales — 445

445 hacen 1543 repartiendose en 50 lerm.os toca a cada uno a 303 mrs y otro tan 20 mrs

Marcos de Alonso diez pabos que son a cada uno pabo y lerm.o lo toca a cada uno un lerm.o y medio — 1 D 222

Marcos de Antonio Martin quinto y lerm.o seiscientos y seis mrs — 0 D 606

Asian Banqa de pedraza pabo y lerm.o seiscientos y seis mrs — D 606

Alcaraz de Ocaña, Cristina angelo pabo a — D 900

A Marcos de Beatriz de Ayala para
Hermano seiscientos y seis mrs — 606
A Marcos de Ana de la Marca para
Hermano seiscientos y seis mrs — 606
A Marcos de Esperanza de Espejo para
Hermano — 606
A Marcos de Diego de Arbeso lo mrs — 606
A Marcos de Gran.º de Zamora para Hernando — 606
A Marcos de Pedro Romo para agua Hernando
novecientos y nueve mrs — 909
A Marcos de Ag.º fran.º de Guiro para Hernando
seiscientos y seis mrs — 606
A Marcos de Esperanza de Espino para
Hernando seiscientos y seis mrs — 606
A Marcos de Gran.º de Alcarrio por Hernando
a trescientos y tres mrs — 303
A Marcos de Roque Cano para
Hernando seiscientos y seis mrs — 606
A Pedro Nuevo que tiene Juan
García para agua Hernando novecientos
y nueve mrs — 909
A Marcos de Lorenzo García para Hernando seis
cientos y seis mrs — 606
A Marcos de Juan Muñoz para Hernando
seiscientos y seis mrs — 606
A Marcos de Manuel Lopez Romo — 606
A Marcos de Manuel Merino Romo — 606
A Marcos de Bernabe para para Hernando — 606
A Marcos de Pedro Duran Romo mo — 606
A Marcos de Jerónimo Roberto Romo mo — 606
A Marcos de Gran.º antiguedad lo mrs — 606
En la forma que se acaba el todo repartido se
asienta y se marcan por las franqueas =

Entregado por
[illegible]

1671. Reparación de un darro en la calle Gomérez.

Archivo Histórico Municipal de Granada. Legajo 91.

Mitad Repartimiento de 300 M que se les 3 mil Rs
[illegible] de la Calle [illegible]
que se [illegible] por quanto los Cuos Escrivanos de
Cuidad y los 300 Mrs. [illegible] Burgos

Granada

Para dar por cumplido como se le pide por el
[illegible] de los quales se [illegible]
[illegible] = El Lic. Don Gaspar de Salcedo [illegible]
[illegible] Salcedo [illegible]
[illegible] de Fernando

[illegible]

	95529
	18
	2222
	5284
	18
	2172
	5284
	2112
	5284
	95
	2176

.256

Diez maravedis

SELLO QVARTO DIEZ MARAVEDIS, AÑO DE MIL I OCHOCIENTOS SESENTA Y VNO

Sotomayor

Juan de Cabrera adm.r de las aguas de este
Reyno que corrian de las Fuentes junto la puerta
de la Carrera de Granada se a hundido la calle
que tiene dicha puerta que divide la
Calle de los Caminos que van a los Santos con
la calle de la Carrera para acomodamiento de las aguas
y reparo de las Fuentes de todo aquel barrio de Re
medios y Zarra de Jesus cerca en Canada de
Chorrar por vna parte de la otra del
Parte de la Norte Sur. cuando Rondo
Zumentos a fi de vn lado como de otro reparo
que costara mas de mill R.s Por quenta de
Para que mande Conocer el Cobro Conbeniente

Juan de Cabrera

Cauildo en Granada en doce de Junio de mil ochocientos sesenta y vno
Vista por la Ciudad el Estado Acordo Caualleros Comisarios que
bean la contenido Carta de Juan de Cabrera haciendo de
traga el adeseco contenido en ella acostade

[illegible] paga no [illegible]
el Repartimiento para que [illegible]
que tocare algo al Prior [illegible]
dario lo pague por Antarotocado [illegible]
Teorena [illegible] del Moral

En la Ciudad de Granada en doce de Junio de mil [illegible]
ta y Cinco años Pedro Perez Merino Maestro Mayor de [illegible]
obras Reales de el Alhambra de esta Ciudad y Sus Fortalezas [illegible]
que de orden de los Sres D. Juan de Corena Marques que fue [illegible]
Rosales y Yguatro Letrado de esta Ciudad, Comisarios nombrados
para lo contenido en esta Peticion asistio en el sitio que se hace
en la Madre que va a la Puerta de los Gomeles Junto a las Casas
de D. Di Alabalos que va a esta Madre del Relator la abenida
que va al Cerro de Santa Elena Cerro de los Martires y
Mas Vertientes que corrio el Agua de la Cerrada y
volver a Redificar lo transido hacer a la Mano de Obra de la
Madre Catorce tapias de Ladrillo agurado asi en lo que se
de Redificar como en la obra viesa y lo que se entiende en lo
Cimientos por estar Ylada la obra de esta a la parte de Ri
ba y de abajo. luego en saviendo en Nacado acordo en la
obra de se de hacer otra Noria en la Cantidad del
sitio que va a esta, con las referidas Aziendo el Muro como en
ancho de la Arena Mezclada dos Pies de Cal y una de
arena y Ladrillo de Vacia hay la zimbra talicada para
que se quede en la parte de los Cimientos que se hicieren Nue
se ande hechar a la Mano de Obra dos tablas largas para que
aya que y bienor de la Madre no se le mezclar el Ag
la labrare el Nuebo para Zanimerno se de Rebenchirla
en hitar a tal el primer tercio de mezcla y piedra y lo demas
hasta la Pared Parta la Calle a de ser de tierra apison y a de que
dar en Pedrado para esto con el de arriba y abajo para

Para despachos de oficios Mts

SELLO QVARTO, AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y SETENTA Y VNO

Qual Habitacion necesario Muebe Cinto Pesos los que
Tos Seande repartir los trescientos Pesos Antonio Perez y
que gurgan Dicha Madre Mos trescientos los demas pag
Los Propios desta Ciud por el Mil que Pedia Conquedo a Ma
dre Vna Jabeniden que se bebieron de las Ruebas de los
Sitios Referidos Conque no hacen daño En la Casa Muebe
de Esta Ciud porque Vino la Mierda Entara Mucha Cantidad de
Mar Desta Ciud el Sacarlo que Inmundaran Para abenida
Lanoremos por ser Vna Calle tanp necesario Que Vra Madre
Se Sirbio para el efecto porque para lo que pagar la Casa
Ellos Perez Vartaba Con Vra Madre Mui Pequeña Lo
Al tanto Aumento Lo que es lo que Dicho Es lo que se Ofre ada
Suto Y Real Saber Entender El Vallo Aurem que Dios
Dios Launa Cruz Conforma de Dr Y Lo firmo =

Lo pero
Interino

Cruz

Sabiendo Granada en Diez de Junio de mil Seiscientos Se
tenta y Vno Por el Señor Gobernador =
Y Alcalde Mayor Lo Declaro en Presencia de Pedro Ma
rini = Y Como se Pide que se Pongan Por Ejemplar de Esto
Otro el que Pide Con Dos Bueltas Que Se Pongan Por Ejemplar
Se Hace Esta Jabon Con Antonio Perez Antonio
de Mertinez y Fernando Melchor de Reynosos Ve
cinos = El Cap Pedro Ordoñez Lo Declaro que es Dicho
Mentiqui el Dicho Pedro Ordoñez Lo firmo en Esta
Ciudad de Granada en Dicho Dia Mes y Año que Respecto =
Trinidad de Salcedo

Pedro Ordoñez

[illegible]

[illegible]

Vnoqaen

[illegible]	[illegible]
[illegible]	2
[illegible]	2
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	3
[illegible]	2
[illegible]	3
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	3
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	3
[illegible]	2
[illegible]	3
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	3
[illegible]	2
[illegible]	3

[illegible]

Los Capp.es Matiq.ellos de una pata y gallina y serv.n y Santa Serv.n — 4

Cerrme abajo, dos de a real serv.n — 1

Cada una de quarto pata y serv.n

Casa de Manuel de Aguilar serv.n — 2

Dos Casas de la Viuda de Juan de la Peña del Arenal — 1

La Viuda de Juan Batuequez serv.n — 2

Casa de Diego Gabriel de Llamas pata y serv.n — 3

Casa de Castillo pata y serv.n — 2

Casa del Bedano Maestro Serm.n — 2

Casa que el Bedano que alquila de la Lampa y serv.n — 1

Posada de la Cada pata y serv.n — 1

Casa de Diego Lados serv.n — 2

Casa de la Madre Mariana de Lunca serv.n — 2

— Mayor —

Casa del D.r Miguel Lorenzo de Molina media pata y serv.n — 2

Casa del D.r Tomas de Amez pata y serv.n — 2

Casa Juan Martin pata y serv.n — 2

Casa Doña Maria Zigarbel pata y serv.n — 2

Casa Francisco de la Torre serv.n — 1

Tres Casas de los Sr.s del Tomo cada una de una pata y serv.n — 6

— Calle la Vltima arriba del bosque —

Dos Casas de Juan Bedano una pata y serv.n y otra serv.n — 3

La Viuda de Joseph Maldonado pata y serv.n — 2

— Calle del medio —

Doña Francisca de Porras serv.n — 1

Otra casa de Juan Bedano pata y serv.n

Dos Casas de Fr.co de Prado al cantarero serv.n — 3

— Otra calle para abajo —

Jesuitas Casa y Colegio — 3

Otra casa de Doña Ana de Porras Portero serv.n — 2

Otra casa de la Viuda de Joseph Bermudez pata y serv.n — 1

Casa de Don Diego Bermudez Gentil hombre de la Maestral de Santiago y serv.n del Sr. Don Francisco Tello — 4

Casa Doña Ana Zigarbel [illegible] — 1 3 [illegible]

Para despachos de oficio dos mrs

SELLO QVARTO AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y SETENTA Y VNO

113 Mrs

Pablo Pedro

= Estas Cuentas =

Son cargo el Alferez Cristobal Ruiz de Alvarado

= Cargo sobre el Alferez Pablo Pedro

= Cargo sobre Simon Pedro Pedro

= Cargo sobre Juan Marcos de Alcala Pedro Pedro

= Cargo sobre Manuel Pedro Pedro

= Cargo sobre Felipe de la Encarnacion Serrano

= Cargo de Andres de la Vega por el Mercado Grande de la Almagatavaqua

= Cargo de la Alma Pedro Pedro

Todo Firme =

Juan de Rueda

Sal con Fe

Pedro

Ismael Fernandez

135 Reales

Cuenta de Diana Fernandez por los Reales del Sequento y Setenta y Vno

Por el V. Diego de Salvatierra de Rivas en dos Reales de Diego de Ser los Reales del Mercado Grande de la Ciudad de Dios que para que se le Reparan y probar se le mandaron a Reparar de Estas cuentas de los Reales Velones y de Estos de Diego que Reparan con que

Por Primeramente quatro Reales de Mercado Grande de la Almagatavaqua

= Mas de la Firma del Real se le Reparo

= Mas de los Derechos de la Almagatavaqua

= Al Maestro mayor por la Capa de la Vista de la Rodadura

= Al Oficial que el para el Trabajo

= Al que vino de la Pesa

= Al Letrero de los Reales Reparados

= Al Cuerpo quarto Fundentos y Setenta y tres Reales que gastando en el Setenta

300 Rs

2 M — 17

6 M

12 M

32 M

6 M

10 M

373

DELLIBRO VARTO AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y SETENTA Y VNO

1671

[illegible]

[illegible] 37 m

[illegible] 398

[illegible] 398.

[illegible] 199.

17 19 [illegible] 3[illegible]

[illegible] 597

[illegible] 2[illegible]

[illegible] 597

[illegible] 199.

[illegible] 199

[illegible] 199.

[illegible] 597.

[illegible] 199.

[illegible] 199

[illegible] 199

[illegible]

[illegible] 597

[illegible] 199.

[illegible] 398

[illegible] 199

[illegible] 597

[illegible] 398

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible]

[illegible] de [illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] cientos [illegible]

[illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] de la madre Mariana [illegible] por [illegible] cientos [illegible]

[illegible]

Casas del Doctor Don Miguel [illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] Doña Maria [illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible] cientos [illegible]

[illegible]

[illegible] cientos y noventa [illegible]

[illegible]

[illegible] quinientos [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible]

[illegible] por [illegible] cientos [illegible]

[illegible] por [illegible]

[illegible] por [illegible]

Otra calle la mas abaxo

[illegible] quinientos [illegible]

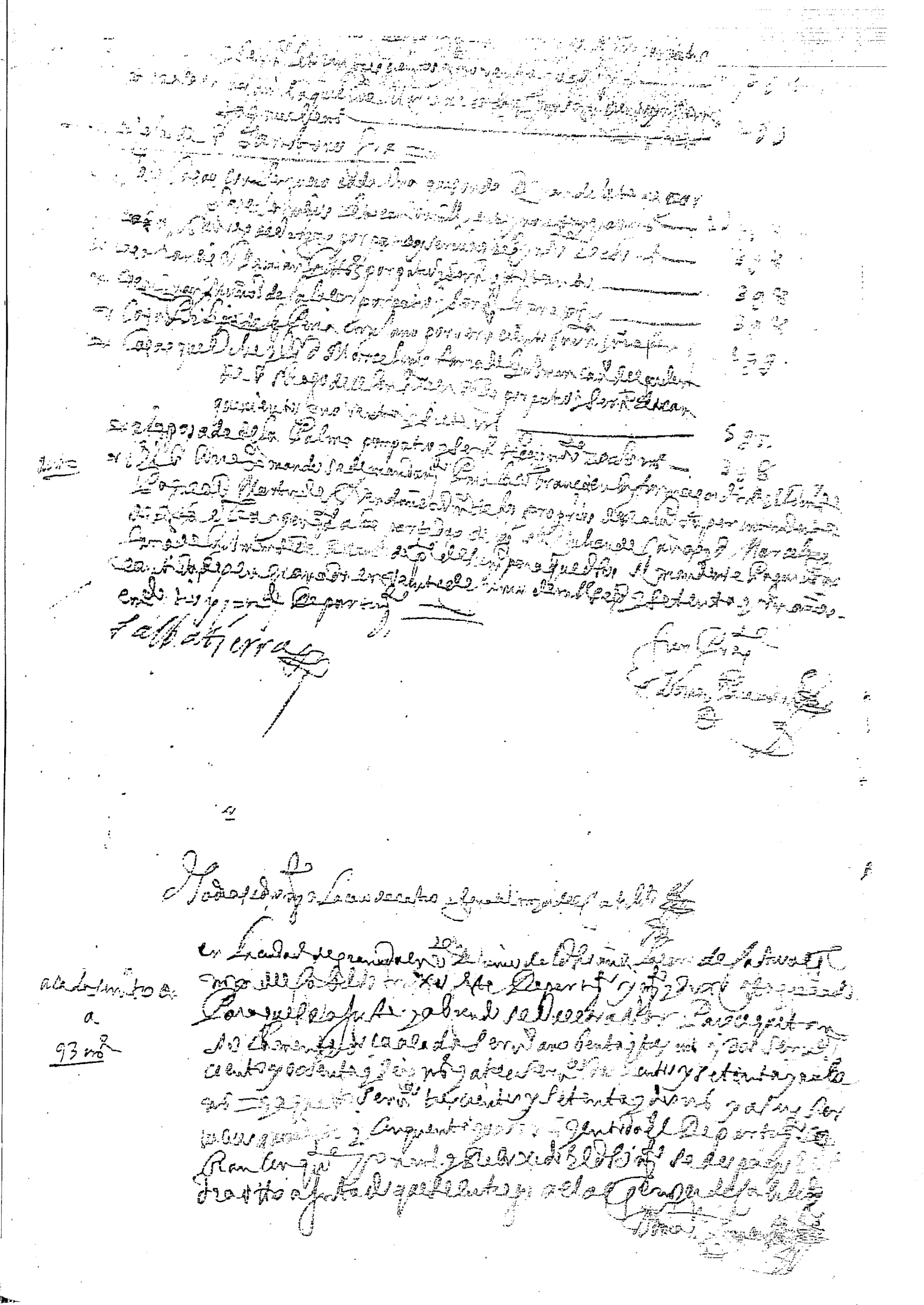
[illegible]

[illegible] cientos y veinte y nueve [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] por [illegible]



SELLO QVARTO, AÑO DE MIL
Y SEISCIENTOS Y SETENTA Y
VNO

diez marauedis

SELLO QVARTO DIEZ MARA-
VEDIS, AÑO DE MIL Y SEIS[illegible]
[illegible] Y SETENTA Y VI[illegible]

[illegible] Ramirez [illegible] Regidor [illegible]
perpetuo de la ciudad [illegible] por quien [illegible] =
[illegible] en forma = Digo que a V.md [illegible]
[illegible] pedimento para el [illegible]
de una obra que se a hecho en la puente [illegible] de la
[illegible] la puerta de los [illegible]
[illegible] de madera [illegible] de alto y [illegible] de ancho
porque la dicha puente es edificio publico [illegible]
[illegible]
[illegible] de la [illegible] que [illegible]
[illegible] publica [illegible]
[illegible] en [illegible] de santa [illegible]
campo de [illegible] que [illegible]
[illegible] fuera de la dicha puente [illegible]
[illegible] edificio [illegible]
[illegible]
[illegible] de la orden [illegible]
[illegible] publica [illegible]
[illegible]
[illegible] los dichos [illegible]
[illegible]
[illegible]

Auto

Talbatterra

SELLO QVARTO, DIEZ MARAVEDIS, AÑO DE MIL Y SEISCIENTOS Y SETENTA Y VNO.

[illegible]

Fernando Ximenez Parrena Procurador en esta corte, y los demas Vecinos, q. viven en la calle de los Jomeles de Zeuta, y, me quexo ante V.M. de el Corregidor de ella, q. por aberse hundido un pedazo de la fuente, q. sale de la plaza nueba hasta la puerta de los Jomeles, se dio orden q. se derezase, y q. las dos. q. importaje el adereso, se repartiesen entre los propios, y rentas de Zeuta, y las vecinos de cada una de las dos. calles, repartiendola por casas: y abiendo tenido noticia de lo referido, ante mi, y en mi de dho. V.M. ante el dho. Corregidor pidiendo se sirviese en el dho. repartimiento, q. se hiciese, y la poxesta causa se debe parar en cotudo los dhos. propios todos sin hazerse partim.to alguno, maior.mente siendo la dha. fuente q. se reparte de los ojos, q. vienen de el Almendrex, zerro de S.ta Elena, y Campo de los Martires, y sin embargo de esta pretension tan justificada el dho. Corregidor proveyo auto, q. se hiciese y cobrase el dho. repartim.to de dos V.s, y fecho se dise traslado á los dos vecinos, q. se executase el gravamen, q. el dho. Corregidor á echado, q. á los demas V.s, q. no se deben dar los gastos, que se ocasionaren gravados á dho. V.s el pagar semejantes adereços, por tanto pido y suplico á V.M. mande q. no se haga el dho. repartim.to, y, e, subiere echo, q. no se siga, dando por nulo el dho. auto, y, á los menoscabados, q. lo que se ocasionare se cobre, apelo de el, y me presento ante V.M. en grado de apelacion, nulidad, y agravio, pido justicia, y costas, &c.

Otro=

[illegible]

1798. Pago a Manuel Alvarez, maestro cantero por obra en el darro de la calle Colegios.

Archivo Histórico Municipal de Granada. Legajo 1877.

Excmo. Ayuntamiento.

CAROLUS IV. D. G. HISP. ET INDIAR. REX.

PRECIO CUARTO CUARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO.

Manuel Alvarez, Maestro de Cantero, y Vno. de esta ciudad, ante V.S. en la mejor forma = Digo: Q. a virtud de mandato del S.r Corregidor, e Yno. tendente, ha practicado la obra que contiene de la cuenta q. presenta, en el Darro de la Calle de los Colegios para poner en uso, y corriente el conducto que vuelve para el riego de los Jardines de las Casas que vive el S.r Fiscal de Apelaciones, y otras de la calle de la Duquesa, e inmediatas, en q. ha imbertido la cantidad de veinticinco, mil rs. V.no y respecto a que estos deben abonarse por los Interesados en las Aguas de dho Darro = Suplico a V.S. que habiendo por presentada dicha cuenta se sirva mandar se reparta entre dhos Interesados la enunciada summa con las costas que se originen, y q. se me haga pago de ellas por ser así Justicia que pido = Manuel Alvarez

Cuenta y Razon de la obra q.e echo y Colocado en la Calle de los Colegios p.r Mandado del S.r Lizen.do y Corregidor de esta Ciudad, q.e Consta de las partidas siguientes

Un broche de barro encuadro y media de grueso de piedra parida, echo en el Sucaja del desague de dicha ceguia q.e Riega S.n Geronimo y otro desague q.e Riega el Huerto del S.r Aparicio y demas Contapadera de piedra y Cadena p.r Seguridad, y esta enplomada la dicha Cadena en la tapadera, y el precio de dicho obra y piedra — — — — — — — 8300

Una piedra de cinco quartas encuadro q.e sirbe de coleza en dicho broche, y importa — — — — — — — — 8090

Cuatro varas y media de piedra Colocadas en dicha ceguia y Cubierta de cobija, cada vara a brime r.s y importa — — — — — 8090

Septe.e 9

Dia 11 Trabajo un oficial y un peon Ganando el oficial, 10 r.s y el peon 6, y en dicho dia un oficial de Cantero ganando lo mismo — — 8026

Dia 13 Trabajaron los mismos — — — — — — 8026

Dia 20 Trabajo el oficial de albañil el Cantero y el peon medio dia que importo — — — — — — — 8021

Dia 21 se concluio p.r la mañana — — — — — 8008

Dos Carg.s de cal doble con su arena — — — — 8026

Cien Ladrillos — — — — — — — 8014

Cuatro esportas para la mezcla — — — — 8002

Cinco carg.s de tierra q.e se gastaron en el enjedrado y 3 Cargas de piedra y importo — — — — — 8003 17

Tres Cargas q.e se sacaron de Escombro — — — — — 8001 17

Tres dias q.e asistio el Maestro — — — — 8015

Importan las dichas partidas la cantidad de Seiscientos y Tres r.s Vellon y cero — — — — — — — — 8603

Y para verdad lo firme en Granada a 26 de Sept.e del año de mil Setecientos Noventa y Ocho Manuel Alvarez

Son 8603 r.s v.n

tres cientos quar. y cinco m. compuesto
de Cuay tarifa ——— " D145—

Tres se agregan quar.ta y nueve m.s o.s
que se regulan por razon de Obra
za depual. y Cuay ——— " D049—

Importan los anteriores parciales ✠ D744—

Leec.tas quar.ta y quatro m. dev.n los
quales separados entre los cing.ta
y cinco vars apeados toca à cada
uno à tres m.s y seis y ocho mil.

Toca à cada vara de los 55 apeados, à 13 m. y 18 mil. dev.n

En Cuio terminos dij por concluida esta li-
quidacion que queda hecha bien, y fiel.m.te al tes-
timonio. Granada à trecie y nueve de Enero
Emil letr.as mo.ta y nueve=

Dr. Lazar

Fran.co de Córdova

Nota.s Entro. dia mes y año, se formo el mandam.to
Concerniente en otra foja, y p.a que conste lo
firmo=

Dr. Lazar

Mas el mand.to concerniente [illegible] Febrero 2. de 1755.

Aguas del Darro Año de 1958=
Juario

Manl. Alarcon Ustro. de Camero.

El pago de cierta obra

Cmo.
Zayas

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL, SETECIENTOS NOVENTA Y NVEVE.

Certificamos haber y notificado el auto q. antecede à Manuel Alvarez, vecino de Cantueso y vecino de esta Ciudad, cumplimos

para q. conste

Lozano

El tasador Real de esta Corte, cumpliendo con lo mandado en la anterior providencia, tasa, y regula las Costas en estos Autos devengadas, en la forma sig.te

Al S.r Regente Corregd.r con inclusion del Mandam.to q. ha de librarse, nueve.. D.os 9..

A Diego Sanchez, Perito der.o y reis.a D.os 6..

A Thomas Lopez, Maestro Mayor, doce rs. D.os 12..

A Josef Babole Perito, ocho rs. D.os 8..

Al oficio originario por todo lo actuado, con inclusion de la liquida. D.os 45..

Quarenta maravedis.

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NVEVE

cion y el Mandamiento, ochenta,	0 80
y cinco rs.	0 85
Yt. por el Coste del papel, doce rs.	0 12
Yt. por Dros de esta tasacion, tres rs.	0 03
Importa todo ciento, quarenta, y	1 40

cinco rs. vn. y esta tasacion va conforme al Real Arancel, Estilo, y Practica de esta Ciudad. Granada, y Enero treinta, y uno, de mil, ocho cientos, noventa y nueve=

Rodriguez Muñoz

Liquidacion y Repartimiento

En Cumplim.to de lo mandado en la anterior prov.a y lo q.e pare à hacer la liquidacion, y repartim.to que se prebiene en la forma sig.te

Prim.te se pone por Cuerpo separado la Cantidad de quin.ta cing.ta m.s 0.s, à que queda reducido el coste de la obra, en la retasa de los cing.ta y nueve m.s que resulta de la rap. del Cav.o Indro

0550

comun tres varas ——— Dcp 3.

Caray n.º 4. y 2. c.e delos Colegios Libreria

y n.º Fabrica diexo dos varas ——— Dcp 2.

Caray n.º 6. c.e dela Aguera propia del

Jiam.º de Berdi un vara ——— Dcp 1.

Caray n.º 7. y 8. delos mayorazgos de Ba

lladares q.e en la n.º 8. tiene el S.r Apa

ricio son quatro varas ——— Dcp 4.

Caray n.º 4. del S.r n.º Felipe c.e dela Ag

uera dos varas ——— Dcp 2.

Caria de Ver.d n.º 7. y 8. del S.r n.º Felipe

tres varas ——— Dcp 3.

Del Monasterio del S.r n.º Geronimo

por el aprovecham.to q.e tienen delas

Aguas que derienden del Rio

Darro les corresponden seis varas. Dcp 6.

M.r n.º Felipe p.r los comunes

de su Congregac.n quatro varas ——— Dcp 4

Dos ——— XX

En cuio termino dieron p.r fenecido este

Apeo que expresaron haver sido

acordado bien, y fielmente sin agravio

de parte alguna segun su posesion

y la firmaron, de que yo el Escrivano doy
fee= Thomas Lopez

Antonio
Rafael de Ayala
Fern.do de Cordova

Auto Pasense los Autos impendidos en estos autos las quales
con el importe de la obra hecha regulada la cantidad
que ocuprera el Cam.o Jurido se repartan entre los Vme
zinos afectados despachandose mand.to que se notifique
lo mandaron los Sres. Juez de Partido de esta Ayuda
de esta Ciud.d q.e lo firmaron Fran.co de Eno. echo de
mi fee. nota y nueve=

Ante mi
Fran.co Diaz

Rafael de Ayala
Fern.do de Cordova

N.o En Granada, en dho. dia, mes, y año, yo el

comp.ª y aprob.ª Ente aud.ª de Granada siguiendo de Enero

Quarenta maravedis.

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE.

Ante mi fe.º pro.ª y testigos Antonio el Tino comparecieron D.n Tomas Lopez Maestro mayor de obras de esta Ciud.d y Josef David Perez nombrados p.r estas dilig.s y vecinos juram.to que hicieron p.r Dios nro. S.r y a una Cruz que Caus segun Ecl.a con acuerdo y conformidad. Dicen han practicado el Apeo que demanda el Interesado que deven pagar las casas que se hacen expresa dichas con arreglo a lo declarado, y son las sig.tes

Primeram.te Casa n.s 5. y 6. que administra D.n Maria del Sagrado Guerra ——— dos R.s

Casa n.s 1. 2. 3. y 4. del mismo Rey varg. — dos 6

Casa n.s 9. 10 11. y 12. del mismo Adm.or y la casa adm.or del Palacio toda esta cinco ultimas contienen diez varas — dos 10.

Casa n.s 5. y 6. de S.r D.n Felipe Guerra — dos R.s

otra casa D.n n.º 4 quatro varas — dos R.s

Casa n.º 3. de la vinculacion de vecefiriados dos varas ——— dos R.s

Casa pral. q.e fue del S.r Villa.s por el riego, y vertedero del Rio ——— dos 0.

Quarenta maravedis

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO.

en cargo de su juram.to en q.e le ratifico, y lo firmo siendo de may.r de cinquenta años doy fee

Diego Sanchez

Antonio

Fr.co Xavier

y Lozano

Auto

Cued.a de manifiesto que se adviene en Diego Sanchez vecino del Apeo pend.te el nuestro maior teniente declarada lo que contra dela campiar declarado comando ess.a d.n Ant.o Ref Cortes y demas Ref el Juzgado de hoy Aguay sentencia cuid que lo firma con en Granada a 1.o de Dic.re de mil set.tos no

venta y ocho =

Lucas

Diaz

Fran.co de Cordova

Dr. Rey y Lan

Cuarenta maravedis.

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO.

Fol. Ene. Mrd saver el auto antecedente al Sr. Tomas Lopez vecino de esta Ciud. por mi fecho doy fee=

Lopez

En Granada en dha. dia mes, año Fol. Ene. Mrd saver el auto antecedente al Manl. Alvarez en su persona doy fee=

Lopez

en toda forma Jurando en ella hazer lo que
y lo firmo doy fee=

Diego Sanchez Salon

comp.ª y dec.n

En la ciud.d de Granada en trece de Dz.re de mil setec.tos nov.ta y
ocho: Ante my el Esno. Compareció Diego Sanz. vecino
del Arr.e de Alhamilezia, y vaxo juram.to q.e hizo por
Dios m.o Dor y cruz segundo. Dixo
q.e a consequencia de lo mandado ha pasado visto, y reco
nozido la obra executada con Ju.n Alvarez, lo q.e
haviendo a conseq.a de ocur. extrajudicial el s.r Gn.o Jos.f
Quesada de Claro Corrido difunto p.r oficio q.e dirigio
a su Señoria verbalm.te el s.r Gn.o Carlos Fr.co Aparicio
oidor en esta Corte como Ingeniero de una Delas Cara
dela c.e de la Duquesa q.e se dirigen las Aguas
del Darro de q.e se trata, haviendo hecho el pro
yecto el q.e expone por haver encontrado inve
ze en servible, el broche, o conducto q.e antes
havia establecido del Darro dela Cara Colegio
de S.n Diego, en tiem.po de inundarse, y estorvar el
paso publico, y no poder sino dispensar de por

Agua, alla calle dela Dugueza, y Casas q. se
necesitan p.a su limpieza, y riego dels Huerto
por estar desvaratado dho. Repartim.to sin solera
y muy vaxo el vertedero del Agua, desempedrado, y
descompuesto deforma q. toda se encaminava p.r el
Conducto frontero del Monasterio de S.n Geronima,
y demas pasadas a q. por el se encaminava, case
siendo deu vso los Interesados del otro lado, p.a cuyo
remedio dispuso la formaz.n del nuevo broche en los
term.s q. oy se halla construido de piedra dura dela
sierra de viza de una pieza en longitud de cinco
varas, y la dha. piedra corriza, o broche, a biendose
hecho vogullas una p.a recivir las Aguas, y las otras
dos p.a los tomaderos, con su solera dela dha. piedra
su tapa, y Cadena; y en quanto a q. Interesados
deven satisfazer la mencionada obra con arreglo
al Veneficio q. Reportan o daño q. han causado
es dictamen deveran satisfazer los q. aprove-
chan las Aguas p.r ambos conductos hasta de hoy
p.r vasos, o como sea practica en aquel
... l ... hasta el presente es la verdad

Quarenta maravedis

SELLO QVARTO, QVARENTA MARAVEDIS, AÑO DE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO.

Nota. En Gran.da en este dia nueve y año 7 del Corr.te fue dado el auto anterior a Juan.l Alvarez maestro de Cantero, yo el Escr.no doy fee=

Nota y Hesp.ta En Granada en este dia nueve y año 7 del Corr.te fue dado saber el auto anterior a Jos.f Vabole arrendatario de la limpia de Darro en su persona defecto de que practique el Arreo pert.te y enterado: Dixo es de su cuenta estava pronto a hacerlo asistiendole Diego Sanz Curo del Arte de Alamilla, q.e esta enterado haver practicado con el Corregidor extrajudicialm.te el proyecto de la obra de q.e tratan quien p.r consig.te se hallava instruido de todas cosas en q.e encontro de Darro, y Genil, y los q.e con Caulares del Cano deben ayudar a su pago, en todo firmo doy fee=

Quatrocientos maravedis

SELLO QVARTO, QVATRO MARAVEDIS, AÑO DE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO.

vez a Diego Tanz le asista ala practica del Apreciente manifestando el estado de Dicho, y lo que debe con obra, y por Ser Conf.e los cuentas de Dano deven Con sibirse. Lo mandaron los Sres. Jueces del Juzgado de Aguas deste Ciud. q.e lo firmaron en Granada á 1.te Ano de mil setecientos ochenta y ocho =

Lo. uno obra

Diaz

Lopez de Layas

Juan de Cordova

Notificacion

En Gran.a en dho. dia mes, y año Yo el Esno. Infro Saber el auto anterior á cuanl. Abarca en su persona doy fee =

otra y á cepta

En Granada en dho. dia mes, y año Yo el Esno. Infro Saber el auto anterior al Sr. Diego Tanz. uno estro del Arte de Abanlexia en su persona

Auto } Por presentada la queja, pase al Síndico para que tomando los Informes que tenga p.r Conv.te sobre la certidumbre exponga lo que se le ofrezca, y sin perjuicio de lo hagase Apeo por iguales quien Perito práctico de los interesados que deseen concurrir a su costa y se traiga. Lo mandaron los Sres. Juez del Juzgado de las Aguas de esta Ciud.d q.e lo firmaron en Gran.da a 26 y seis de octubre de mil ochoc.tos no.s y ocho = Corrección Diaz

Rafl de Layas

Fernd de Cordova

n.m } En Gran.da en dho. dia mes, y año yo el Esno. me lleve el auto anterior a Juan Lopez vecino de esta ciud. en su persona doy fee =

de Layas

otra } En Granada en el mismo dia mes, y año

Limosnero Corresp.

Yo el Esno. hize saber el auto antecedente a Felix Ruiz Síndico personero del Comun en su persona doy fee = Zayas

El Síndico personero del Comun a visto la cuenta presentada en este expediente y en la primera partida encuentra estar recargada segun la instruccion q.e a tomado por lo que a reconvenido a el Alvarez y este a quedado conforme que se rebaxe de los Seis Ciento y tres reales q.e importa su total cinquenta y tres por lo que siendo del agrado del Juzgado se procedera a hazer el reparto y Libramiento de los quinientos y Cinquenta Fanegas de Trigo. 22 & 9 d.

Felix Antonio

Ruiz

Auto Sacríquese el Apeo que esta pendiente, y sea quenta de domandarse dos tres Jueces de Juzgado estas Aguas de esta Ciud. q.e lo firmaron Sran. y nos. S.tos Jueces de Ll. Mon. provisto y dicho = Diez

Cruzado

L. de Arriaga

Edictos municipales sobre limpieza pública. 1869.

BANDO.

EL ALCALDE PRIMERO PRESIDENTE DEL AYUNTAMIENTO DE ESTA CAPITAL.

HACE SABER: Que la misma Corporacion ha acordado en sesion de 9 del corriente mes, entre otros particulares, el siguiente: «Siendo notable la falta de observancia de las disposiciones contenidas en las ordenanzas municipales y bando de buen gobierno vigentes, en lo que tienen relacion con la policía y ornato de los edificios que deben embellecer á esta famosa Capital, y cediendo dicho descuido en desdoro de sus moradores, en menoscabo de la riqueza y salud pública, y en perjuicio de toda clase de obreros, los cuales en uso del derecho que les conceden las leyes, han acudido suplicando al Municipio que remedie su aflictivo estado, proporcionándoles trabajo; y no pudiendo el Ayuntamiento hacerlo en obras públicas con la extension que deseara por la escasez de sus fondos, como es notorio, apela al medio legal y justo de que la clase propietaria que tiene, á la vez que el derecho de que se le proteja, el deber de conservar las fincas en perfecto estado de solidez y buena decoracion por su propio interés, y por el del bien público, la misma Corporacion á su virtud, ha adoptado las disposiciones siguientes:

1.ª Los dueños de las casas que se encuentran ruinosas ó faltas de decoracion, procederán á repararlas ó fachearlas, pidiendo para ello el permiso correspondiente; á componer los vuelos de los tejados y á limpiar estos si lo necesitan, como tambien á enlucir las fachadas, pintándolas ó blanqueándolas si tienen arreglados sus vanos y macizos; refrescando de pintura las puertas, ventanas y vuelos, y cuidando de que las cenefas que imitan zócalos no excedan de la altura de una vara, quedando autorizados desde luego para la ejecucion de estas obras menores.

2.ª Los dueños de las casas que no tengan servidumbres sucias, las construirán desde luego, dirigiéndolas á los darros, y si no los hubiese de estos inmediatos, formarán pozuelos dentro de las mismas fincas.

3.ª Pasado el término de tres dias que se concede para dar principio á dichas obras, desde la publicacion del presente Bando, se procederá contra los dueños morosos á lo que haya lugar, sin perjuicio de que se harán de oficio á costa de los mismos, las hijuelas ó pozuelos y los revocos ó blanqueos de fachadas, con cuyo objeto quedan nombradas Comisiones parroquiales del seno del Municipio.

Y poniendo en ejecucion el acuerdo referido, se hace público por medio del presente para su puntual observancia.

Granada 10 de Setiembre de 1869.

Francisco Loizaga.

BANDO.

D. FRANCISCO GERONA Y BERNIS,

CORONEL RETIRADO DE INFANTERIA Y ALCALDE 1.º PRESIDENTE DEL EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE ESTA CAPITAL, ETC.

HAGO SABER: Que siendo notable la inobservancia del bando de Buen Gobierno vigente, afectándose por ello el buen nombre de esta Poblacion, la comodidad de sus habitantes, y resintiéndose por la escasez de las obras las clases trabajadoras y aun la industria y el comercio; y siendo un deber de mi Autoridad hacer cumplir lo mandado para conseguir tan laudables fines, de acuerdo con la Autoridad superior de la Provincia y con la Corporacion que presido; he resuelto que se preste exacto cumplimiento á las disposiciones administrativas vigentes, y con especialidad á las que tienen por objeto la limpieza y franco paso de las calles y plazas; la construccion y composicion de cañerías y tomaderos de aguas limpias y sucias, cunetas y ramales de riego; la demolicion de las casas ruinosas; la reconstruccion en los solares y reparacion y aseo de las que lo necesiten en todo el término municipal; el órden, limpieza y mejora de establecimientos y puestos públicos de comercio y de venta de artículos de consumo en los mercados, y todo aquello en fin que promoviendo los intereses proporcione el bienestar de este pueblo culto.

Los guardias municipales, bajo su mas estrecha responsabilidad, denunciarán á mi Autoridad las faltas que noten para que se imponga el debido correctivo á los que las cometan.

Y se hace público por medio del presente para su puntual observancia. Granada 17 de Octubre de 1869.

Francisco Gerona.

Expediente sobre la cubrición del río Darro en Granada.

1869.

EDICTO.

D. JUAN ALMENDROS,

ALCALDE 1.° PRESIDENTE DEL AYUNTAMIENTO POPULAR DE ESTA CAPITAL.

HAGO SABER: Que con arreglo al proyecto, presupuesto y condiciones facultativas y económicas que constan del expediente que estará de manifiesto en la Secretaría de este Municipio, se saca á pública subasta en pliego cerrado la obra de continuacion del embovedado del rio Dauro de esta Ciudad, en 87 metros lineales, desde el puente del Carbon hasta mas arriba del de San Francisco, y por valor de 81,719 escudos con 137 milésimas; quedando señalado para el acto del remate el dia que cumpla el término de diez, desde el en que se inserte este Edicto en el Boletin Oficial de la Provincia, á la una de la tarde, en los estrados de estas Casas Capitulares.

Lo que se hace notorio por medio del presente.

Granada 5 de Febrero de 1869.

Juan Almendros.

Expedientes sobre el alcantarillado en la Gran Vía de Granada. 1899.

D. José Palacios y Estrella, Secretario del Excmo. Ayuntamiento de esta Ciudad

Certifico: Que en la sesión celebrada por dicha Corporación en el día de la fecha, se acordó, que por el Arquitecto se fije la rasante para la construcción del alcantarillado de la vía de Colón.

Y para que conste, expido el presente en Granada á veintidos de Julio de mil ochocientos ochenta y nueve.

José Palacios

Granada 31 Julio 1889

Para cumplimiento del anterior acuerdo pasen orden al Arquitecto de ciudad.

El Alcalde

M. Tejeiro

Nº 4

AYUNTAMIENTO DE GRANADA

Negociado de Fomento. Año de 1899 á 1900

Aguas

Vía de Colón ~ Rasantes y Sumideros

Leg. 2260

EXPEDIENTE

para señalar la rasante para el alcantarillado. Apertura de sumideros en la calle Alhamar y Lacatur.

Registrado al N.º

Incoado en de de 1

Terminado en de de 1

Jornada 7 Septre 1899.

Sin perjuicio de dar cuenta al Excmo Ayuntamiento, dense las oportunas ordenes á Contabilidad y Sobrestante para que disponga la colocacion de un sumidero al final de la calle de Abuinar y Zacatin, levantando además las losas del Zacatin con motivo del relleno de las obras de la Gran Via, cuyo costo no excederá de ciento veinte y cinco ptas, con intervencion de Don Antonio Orender Pellido

El Alcalde

M Tegero

Cumplido en la misma fecha

Obras de Alcantarillado de Sevilla.

Ochoa y Parias, José.

Revista de Obras Públicas. 1901.

Año XLVIII. Madrid 3 de Enero de 1901. Núm. 1319

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

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

Redactor-Presidente.... Ilmo. 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. Manuel Maluquer, Ingeniero 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.**

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

ANTECEDENTES

La concesión para la ejecución y explotación de las obras de alcantarillado general de Sevilla, que fué adjudicada en pública subasta celebrada en 24 de Agosto de 1899, es hoy propiedad de la Compañía Anónima Sevillana de Saneamiento y Urbanización. Esta Compañía tiene sus acciones en poder de los propietarios de fincas urbanas de Sevilla, y han sido tan satisfactoriamente acogidas por la propiedad, que, importando el capital amillarado de las fincas urbanas 218 millones de pesetas, está representado en la Compañía por valor de 97 millones, ó sea el 45 por 100 del total.

La Compañía tiene, más que el carácter comercial, el práctico de una obra que la propiedad urbana de Sevilla ejecuta para cumplir la obligación en que está de evacuar sus aguas residuarias. Las obras que la Compañía tiene actualmente en ejecución corresponden al saneamiento interior en sus dos conceptos, ó sean el particular de las casas y el correspondiente á la canalización pública. Ambas obras deben realizarse simultáneamente, según previenen las bases del contrato.

El proyecto de la canalización pública se funda en el sistema de *Tout à l'egout*, con conductos calculados única y exclusivamente en relación á la cantidad de aguas y materias residuarias que les corresponda evacuar. No es, pues, alcantarillado que pueda recorrerse en su interior.

El detalle del proyecto que se ejecuta es igual al establecido en la mayor de las poblaciones europeas, y como su redacción ha sido posterior á la del notable proyecto de Saneamiento de Bilbao, se ajusta á él en los fundamentos y detalles de las obras. La canalización, constituída por tubería de gres hasta $0^m,40$ de diámetro, se prolonga con igual forma de hormigón Rock-Concrete hasta $0^m,60$ de diámetro y más allá, por conductos ovoides que alcanzan hasta el radio matriz $0^m,35$.

Las pendientes adoptadas como límite inferior son de 0,005, 0,003 y 0,002 para los conductos 1.°, 2.° y 3.° orden, y en ningún caso, y para el mínimo caudal, desciende la velocidad de $0^m,60$ por segundo.

La ventilación ó aspiración de aire y registro de luces de la canalización está profusamente establecida á la distancia media de 60 metros, y la limpia de la red ha de hacerse tres veces al día, mediante la descarga automática por sifones que se sitúan en depósitos establecidos en el origen de todos los ramales. Estas obras comprenden 150 kilómetros de canalización, 1,250 cámaras de aspiración y registro, y 990 cámaras de descarga automáticas.

Las obras del saneamiento interior de las casas, reglamentadas y declaradas obligatorias por acuerdo del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla, se fundamentan en los mismos principios de canalización pública, y no sólo alcanzan al debido establecimiento de los bajantes y conductos para el buen régimen de la continuidad y rapidez de la evacuación con circulación permanente del aire, sino que, como es de razón, determinan el conveniente establecimiento de los *water-closset*.

Son 10.620 las fincas que comprende la ciudad, á la totalidad de las cuales ha de alcanzar la reforma que debe realizarse, según las bases de la concesión, en el período máximo de ocho años y mínimo de cuatro, lo que corresponde á un promedio de 1.770 casas anuales saneadas, y 25 kilómetros de canalización pública en servicio.

Estas obras que la Compañía tiene emprendidas no necesitan comentarse después de su enumeración. Esto basta á dar el concepto de su utilidad é importancia, y hacen el merecido elogio de la ciudad que, después de Bilbao, es la primera capital de España que las emprende de la manera más amplia; pues no sólo las acepta como resolución plausible de su Corporación municipal, sino que las ayuda la propiedad urbana de Sevilla, dando una prueba de desinterés y cultura en el hecho de asociar sus capitales á la ejecución de la obra, y reconocer que, no sólo representan un servicio, el más necesario que puede establecerse en beneficio de los intereses de una ciudad sino que beneficia directamente á la propiedad misma; por tal razón, puede considerarse en Sevilla que hay mucho adelantado para la realización de su saneamiento general, puesto que la gran rémora la constituye, en esta clase de servicios, la realización del saneamiento interior de las fincas, por razón de que en ella se afectan los intereses particulares, que son difíciles de remover con obras como éstas, de tan escaso aparato y ostentación, por la ignorancia en que están del daño público que ocasionan, ó la utilidad, que no aprecian, del beneficio que reciben, y del cual sólo se comenta el gasto ó la molestia durante el establecimiento de las obras, y precio posterior del servicio.

Consignado todo esto, como antecedentes necesarios, vamos á ocuparnos de las obras que comprende el proyecto.

OBJETO DE ESTE PROYECTO

Aun cuando en la ría Guadalquivir existen servidumbres y causas de infección de sus aguas, que son del todo independientes de la evacuación de Sevilla, es, sin embargo, un hecho real que en el perímetro de contacto con la ciudad de extremo á extremo, tiene la servidumbre de estas aguas, y en forma de antiguo que sería muy peligrosa sin la suficiencia que tiene el caudal fluvial de la ría.

Las aguas que venían evacuando, utilizando esa servidumbre, provienen de rebosos directos, verdaderos aliviaderos de superficie en los pozos negros que evacuan en las cloacas y atarjeas que la ciudad posee establecidas de antiguo, sin pendientes, tersura, sección adecuada ni dirección fija; y provienen también de la evacuación de filtraciones del suelo de Sevilla, que en la mayor parte de la ciudad es una magma fangosa de residuos putrescibles. A tal extremo se evidencia hoy esto, que huelgan la estadística sanitaria y el índice general de mortalidad (40 por 1.000), en el que es nula la influencia del río, como huelgan las

excavaciones y cualquier género de profundos estudios para apreciar el estado definitivo del subsuelo. Basta observar en numerosas calles de la población la humedad y la evaporación permanentes que se mantienen por las grietas de los adoquines; basta preguntar á los propietarios de fincas situadas en numerosos y determinados puntos de la población, á cuyos propietarios ordena el Ayuntamiento la limpia de sus pozos por períodos que llegan á sucederse cada quince dias, como ocurre, entre otras muchas, á la casa núm. 45 de la calle Hernando Colón, propiedad de D. Nicolás Gómez Orozco.

La orden la da el Ayuntamiento al observar el efecto de las aguas resudando en la calle, y el propietario la cumple haciendo un verdadero agotamiento por su pozo negro, cuyos efectos no alcanzan á veces el breve plazo que queda indicado.

Las obras de saneamiento interior que actualmente se ejecutan vienen del perímetro al centro; sustituyen estas cloacas y atarjeas por la nueva canalización, al mismo tiempo que suprime las vertientes por derrame de pozos negros y filtraciones mencionadas, sustituyéndolas por las nuevas conexiones en la forma antes esbozada. Claro es que con esto, no sólo viene realizando el saneamiento interior de la ciudad, sino que se mejoran considerablemente las condiciones de las aguas que la ría recibe, cambiándolas, de aguas corrompidas, en aguas que, si bien son orgánicas, van á la ría inmediatamente después de producidas, á velocidad y circulación continuas, aireadas y sin haberse iniciado la fermentación.

Esta mejora de las condiciones higiénicas de la servidumbre, que indirectamente viene realizándose hoy, es un bien efectivo, y á falta de recursos suficientes, no sería obstáculo á su saneamiento la continuidad en el uso de una evacuación que, en el período de mínimo estiaje, conocida como excepcional, y durante el corto tiempo de su duración, permite todavía diluir veinte veces las aguas residuarias.

La circunstancia, sin embargo, de estar esta servidumbre en el perímetro de la ciudad, la hace causa de que sea por todos vistas con gusto las obras cuya finalidad esté en su modificación, sea por cambio de lugar, sea por tratamiento especial de las aguas residuarias ó por modificaciones en la forma de realizar la evacuación. Las obras necesarias á estos fines está obligada la Compañía á ejecutarlas, como consecuencia de la concesión que disfruta, y á este fin se dirige el proyecto que tenemos el honor de acompañar, cuyo proyecto debe tramitar el Excelentísimo Ayuntamiento de Sevilla, hasta obtener la necesaria aprobación que ha de preceder á la ejecución de las obras.

En los planos se señalan con un círculo verde los lugares por los cuales la canalización interior desagua al río, prescindiendo de la servidumbre del arroyo Tagarete, que tiene lugar en la Torre del Oro, y que es un cauce público en nada afectado por este proyecto, pero cuya desviación se proyecta en el de obras de defensa de Sevilla contra las inundaciones.

El siguiente estado detalla los elementos correspondientes á la evacuación de la red por las mencionadas servidumbres (1), que enumeramos de agua abajo á agua arriba.

NOMINACION DE LAS SERVIDUMBRES	HECTAREAS		Número de habitantes de la zona.	Consumo de agua en 24 horas. — Metros cúbicos	Circulacion ordinaria en litros por segundo.			LLUVIAS	
	Edificadas.	TOTALES			Máxima	Media	Mínima.	Ordinaria en litros.	Torrencial por segundo.
Plaza de toros	24,909	27,676	12,453	1,432	34	17	6	194	582
Barranco	42,133	46,815	21,666	2,492	58	29	10	328	984
Carmen	27,614	30,682	13,807	1,588	36	18	6	215	645
Lumbreras	287,845	319,827	143,324	16,482	382	191	64	2,233	6,714
	382,501	425,000	191,250	21,994				2,985	8,955

COLECTOR DE LAS SECCIONES 1.ª Y 2.ª—TRAZADO

El colector de las secciones 1.ª y 2.ª que ha de ejecutarse para recoger las aguas de esas servidumbres que hoy vierten á la ría, no tiene, como finalidad, la evacuación á la misma cambiando la servidumbre de lugar en relación con la ciudad, y claro está que, sentar este concepto, es declarar el sentido de la evacuación del colector independiente del sentido de la corriente del río.

La finalidad del colector es la utilización agrícola de las aguas y el tratamiento biológico (ordinariamente llamado filtración intermitente) de las sobrantes, sea natural, sea artificial, cuya cuestión trataremos en su lugar correspondiente.

Para la utilización agrícola exclusiva, es decir, considerada como aprovechamiento de aguas que se usen, apreciada la utilidad que reportan, al mismo tiempo que su precio de adquisición sin carácter alguno de servidumbre forzosa á los terrenos para la filtración intensiva; y, por consiguiente, siendo la depuración, no la finalidad objetiva, sino la consecuencia natural del aprovechamiento y la razón que justifique su continuidad, existen en Sevilla, lo mismo agua abajo que agua arriba de la ciudad, terrenos que, así considerados, recibirán un verdadero servicio del uso que hagan de las aguas residuarias, al mismo tiempo que realizan la deseada depuración. En este aspecto de la cuestión resulta también indiferente el sentido ú orientación que se dé á la evacuación del colector.

Si, por el contrario, se pensase utilizar los terrenos en el concepto de recibir la servidumbre de las aguas residuarias para la depuración intensiva de las mismas, no hay diferencia tampoco en las condiciones de los situados agua arriba ó agua abajo de la ciudad, y resulta, en tal concepto, también indiferente la orientación del trazado que nos ocupa.

Por ser opinión que hemos oído con alguna insistencia, debemos, sin embargo, recoger la idea de que, para establecer la depuración por filtración natural intermitente ó campos de drenaje, como en la localidad se les llama, es preferible elegir los terrenos situados agua arriba, ó sea en la zona Norte, por cuanto, siendo ese el sentido de los vientos dominantes, existen para esa elección razones análogas á las que han determinado la situación en esa zona del cementerio, los depósitos de basuras y otros establecimientos insalubres. Aun cuando este razonamiento es esencialmente favorable á la orientación de los trazados de este proyecto, no queremos, sin embargo, dejar de sentar nuestra opi-

(1) Los datos correspondientes al número de habitantes y consumo de agua, son los actuales, aumentados en la proporción ya justificada en el proyecto aprobado de la red interior.

nión contraria al mencionado razonamiento; pues claro es que, si los campos de drenaje se consideran como establecimientos insalubres, no deben establecerse; y si por un error de apreciación se establecieran, razonando su emplazamiento, previendo el concepto de establecimientos insalubres, nunca deberían situarse al Norte de la ciudad (situación de agua arriba), sino precisamente al Sur (agua abajo), donde pudieran los campos abandonarse al adquirir realidad la prevención, realizando la versión directa al río sin pasar por la ciudad, entre tanto se solucionaba la cuestión, que es cuestión de solución difícil cuando, como sucede en París, no se soluciona de primer establecimiento por la debida meditación, y se procede por caprichos ó por conceptos generales, sin apreciar suficientemente los de carácter local. Buena prueba de ello son los campos de irrigación de Gennevilliers y Archeres, en París, que, en Abril del corriente año (1900) acusan un completo fracaso, dando lugar á vivas reclamaciones en la Cámara francesa, especialmente fundamentadas, no en que los campos causen infección en la atmósfera, sino en el hecho de una infección tan completa de la sábana de aguas del subsuelo, que los extensos predios de la llanura se ven privados de su abastecimiento y motivan la protesta parlamentaria. Las reclamaciones continúan vivamente en la fecha en que esto escribimos, y últimamente se da como solución quitar aguas á los campos de drenaje para echarlas al Sena.

Volviendo á la cuestión principal que desarrollamos.

El sentido de la evacuación del colector no está influenciado por ninguna cuestión especial enlazada con su finalidad, y, en su consecuencia, son consideraciones de orden práctico las que lo han determinado de agua abajo á agua arriba. Basta para esta justificación el examen del cuadro que queda más atrás inserto.

El colector trazado con evacuación en el sentido de agua arriba, que es el adoptado, recoge ordinariamente en su origen 17 litros (medio) por segundo, y llega al final de su recorrido con 64 litros por igual unidad. El colector trazado á la inversa recoge en su origen 118 litros, y llega á su final con 182, sin tener en cuenta la afluencia del colector de los secciones 3.ª y 4.ª, que eleva esos números á los consignados en el cuadro. La misma consideración subsiste, teniendo en cuenta las aguas de lluvia, no obstante los aliviaderos de llena. Otra razón económica que, si bien influye poco en la ejecución, es esencial en la explotación que ha de hacerse por máquinas al final del colector, es la situación respectiva de los niveles de los dos puntos extremos de evacuación actual de la red que figura en el cuadro. El origen (Plaza de Toros) adoptado está más alto 0,65 (hecha la liquidación de las pérdidas parciales que cualquiera de los dos trazados da en su enlace por cambio de sección) que el término (Lumbreras); de suerte que, no sólo se justifica el sentido del trazado económicamente en ejecución, sino también en los gastos que de modo permanente se originarán en la explotación.

COMPOSICIÓN DEL COLECTOR.—TROZO 1.º

El modelo del colector es el moderno inglés sin cuneta. Al arco inferior le corresponde en este modelo el $^1/_4$ del radio matriz en lugar del $^1/_2$ con que se traza en el modelo corriente. Este mayor apuntamiento responde á lo reducido del volumen de aguas que conducirá de ordinario.

VELOCIDADES

El siguiente estado resume sus condiciones de evacuación para los tres trozos, y está formulado con los datos de los estados que más adelante damos.

TROZO	Radio matriz.	Pendientes.	Longitud.	VELOCIDAD				CAPACIDAD EN LITROS POR SEGUNDO					
				Servicio ordinario.		Lluvia.		Servicio ordinario.		LLUVIA			
										Conducida.		Aliviada.	
				Media.	Máxima.	Ordinaria.	Torrencial.	Media.	Máxima.	Ordinaria	Torrencial.	Ordinaria.	Torrencial
1.º	0,32	0,002	355	0,60	0,70	1,10	1,30	17	34	194	582	»	»
2.º	0,25	0,005	765	0,68	0,83	0,95	0,95	46	92	262	262	260	1,304
3.º	0,38	0,001	875	0,63	0,75	1,02	1,04	64	128	477	907	1,950	7,048
			1,995										

Corresponde al trozo 1.º una velocidad de 0,60 para el caudal medio, y, por consiguiente, para el gasto mínimo (6') corresponde una velocidad menor. Para obtener esa velocidad mínima de 0,60 con el gasto mínimo (6'), era necesario llegar hasta una pendiente de 0,0075, lo que significaría una pérdida de altura al final del tramo de $1^m,84$ respecto de la adoptada, que equivale á un importantísimo aumento de gasto en la ejecución, y, sobre todo, en los gastos de explotación, sin necesidad alguna. Para obtener los efectos de esa velocidad mínima de 0,60 en las horas del mínimo gasto, se dispone, en primer lugar, de la conveniente concurrencia de las aguas de limpia automática de la red que afluyen en determinado y preciso momento como cantidad, aumentando el gasto mínimo en 34'', ó sea á 40'', durante un período que prácticamente resultará en su día, con arreglo á las necesarias concurrencias de las descargas, dentro de la red, y regularización de los aparatos correspondientes, pero que puede apreciarse hoy como de media hora, con arreglo al proyecto que se ejecuta. La velocidad, por ese solo concepto, se elevará sobre 0,70 durante ese período. Con esto quedan satisfactoriamente resueltas las necesidades de la evacuación práctica; pero no obstante esto, que regulariza las funciones de este trozo de colector, deberá disponerse en su origen una cámara de capacidad de 2,00 metros cúbicos con el sifón de descarga correspondiente, calculada la evacuación en 1', que, con orificio de evacuación de 0,15, da una velocidad de $1^m,45$ á un caudal de 25'', cuya acción se extiende á todo el trozo, y servirá para la limpia que se estime conveniente hacer durante la explotación. En el estado que antecede quedan consignadas las velocidades correspondientes á las aportaciones de lluvias, las cuales están de acuerdo con los datos anteriormente consignados.

La fábrica del colector será de ladrillo ordinario con mortero hidráulico y revestido interiormente en 2 centímetros de espesor, con cemento Portland.

La aireación y registro se proyecta en igual forma que la red, con cámaras establecidas en todos los cambios de dirección y á distancia de 100 á 120 metros en la pendiente constante del trozo

El trozo 2.° del colector se motiva al recibir éste la segunda acometida de la red ó segunda servidumbre de la ría.

Esta acometida se hace en la forma que detallan los planos, y á continuación, como el mismo plano indica, se establece el aliviadero de llena, después del cual comienza prácticamente el trozo 2.°

ALIVIADEROS DE LLUVIAS

Este aliviadero no está calculado al máximo con que suelen ordinariamente calcularse, y está limitado por razones de carácter local. Las lluvias ordinarias que ocurren en la ciudad, sólo de un modo excepcional llegan al máximo previsto en el proyecto. Hay otro máximo considerado, que es el de las lluvias torrenciales. El trozo 2.° del colector de que estamos ocupándonos admite con exceso todas las lluvias ordinarias que son normales en la ciudad, y el aliviadero que le antecede sólo evacua lo preciso como excepcional, tanto en lo que venimos llamando lluvias ordinarias, como torrenciales, máximas que sólo ocurren por largos períodos de años. Esto no es práctico, en concepto general, como datos para calcular un aliviadero en cuanto con ello se motiva un aumento de dimensiones en el colector que ninguna razón justifica. En el caso presente surgen estas razones de datos de carácter local, que vamos á detallar.

Cuando el río experimenta una crecida, y ésta pasa de 4,00 sobre su nivel ordinario, las aguas evacuadas por el aliviadero van al husillo de desagüe (este husillo corresponde al servicio de la red y no forma parte de éste) como siempre, pero encontrándolo cerrado, hay que efectuar el desagüe por elevación con máquinas, como hoy se practica. Este husillo está situado al lado de la Fábrica de Electricidad, de la que recibe la fuerza necesaria al desagüe.

Ahora bien, este servicio de evacuación y la instalación correspondiente, subsiste, después de ejecutadas las obras que nos ocupan, por razón sólo motivada en el servicio del aliviadero, pero sólo como medida de prevención y no con carácter de servicio útil en términos previstos, desde el momento en que, calculado el aliviadero en la forma en que se ha hecho, puede asegurarse, con las limitaciones á que estas aseveraciones obligan, pero con la máxima amplitud que las mismas permiten, que la instalación de desagüe del husillo no funcionará nunca, por cuanto el carácter de las aguas que le ponen en función no es el que motiva las avenidas del río, ni son concurrentes con la permanencia de su elevación en Sevilla. En estas condiciones no tiene otro carácter la instalación de desagüe del husillo que el de conservación, como previsión, para cuyo efecto tiene condiciones inmejorables por su situación inmediata á la Fábrica de Electricidad, y las condiciones de rapidez y facilidad para ponerse en servicio.

Si al aliviadero hubiésemos dado mayor capacidad de desagüe, y menor al trozo de colector que le sigue, adquiriría la instalación del husillo el carácter de máquinas de servicio, previsto para ocasiones definidas y de concurrencia fija y determinada. Si así lo hubiéramos hecho, resultaría que hubiera bastado, para el trozo de colector, la sección circular de 0,40 de diámetro.

Esto, aparte de no significar economía por lo elevado del precio de ese modelo de conducto en gres, hace perder en eficacia á la corriente ordinaria; porque claro es que, siendo el conducto adoptado el ovoide de 0,25 de radio matriz, le corresponde en el apuntamiento inferior que sirve al caudal ordinario el radio de $\frac{0,25}{4} = 0,0625$, en lugar del radio 0,20 que corresponde al conducto circular de $0^m,40$ de diámetro. La altura de la lámina de agua y la velocidad ordinaria es, por lo tanto, mucho mayor en el ovoide adoptado que en el conducto circular.

Esta sección así motivada, utilizada además en su total capacidad para el caudal de aguas de lluvia como se proyecta, hace innecesario, en los términos que hemos relatado, el servicio de la instalación de desagüe situado al final del conducto de evacuación del aliviadero, y lleva todas las aguas de lluvias máximas que coinciden con las avenidas á la casa general de máquinas que se proyecta al final del colector en la servidumbre de las Lumbreras. Esta instalación de máquinas, calculada para el gasto ordinario, á su elevación correspondiente, es á su vez capaz para el caudal de lluvias á la menor elevación, que durante las avenidas le corresponde, como más adelante veremos, y hé aquí por qué, en este orden de consideraciones, es contraproducente dar al aliviadero mayor capacidad de la que tiene asignada.

En cuanto á la disposición adoptada, es la de vertedero fijo, como es indispensable para satisfacer á las condiciones de servicio que han quedado razonadas. Situado el aliviadero después del entronque del conducto evacuador de la red con el colector, hemos situado la solera del trozo de colector siguiente, con la sola pérdida de altura en la rasante general, que exige la continuidad de la evacuación ordinaria sin remansarse á la entrada de este conducto, dando 0,14 de desnivel.

Los datos de la solera han exigido una longitud de 4,00 metros para el vertedero, con la altura limitada de 0,31, que corresponde á las aguas máximas, y es capaz de evacuar por segundo los 1.304 litros que le corresponden, según los datos de las páginas 11 y 16. El cálculo está hecho con arreglo á la fórmula $Q = a \times q$, en la que a es el ancho buscado, y q el gasto por metro lineal correspondiente á la altura $h = 0,31$, cuya fórmula se ha resuelto entrando en las tablas con el valor de h para tomar el de q.

Al entroncar el conducto evacuador de la red con el colector, se sustituyen los dos cañones correspondientes por uno común apoyado en los muros exteriores, y bajo él tiene lugar la reducción de la altura del muro interior divisorio, hasta quedar con la que corresponde á la sola reparación de los caudales ordinarios. Esta reducción tiene lugar en una longitud de 0,80. Comienza en seguida la cámara de aliviadero, que se cubre á su vez con un solo cañón. En la parte de esta cámara correspondiente al colector se hace la reducción de altura correspondiente á la separación del caudal ordinario, inclinando al mismo tiempo hacia el interior las paredes exteriores de estos canales, y queda formada á su final la sección inferior única, que corresponde al colector después del verdadero, y que es la correspondiente al trozo 2.°

TROZO 2.°

En el cuadro anteriormente inserto se pueden examinar las condiciones de evacuación de este trozo de colector, que son muy satisfactorias. El gasto medio de 46 litros se establece con una velocidad de 0,68, que se eleva á 0,95 con el máximo. Para el gasto mínimo de 16 litros por segundo la velocidad no desciende de 0,60; y aun para un gasto de 10 litros por segundo hay una velocidad de 0,51. En este trozo de colector concurren la acumulación de aguas y aumento de velocidad correspondientes á las limpias de la red en la zona que evacua por el trozo 1.°, la afluencia correspondiente á las limpias de dicho trozo de colector, y además la acumulación de aguas y aumento de velocidad correspondientes á las limpias de la red en la zona que directamente desagua por el origen del trozo, y en el que, como se ve, puede contarse en todo momento con una velocidad muy superior á 0,60 por segundo.

TROZO 3.°

La longitud del trozo es de 765 metros, y recibe á su final la tercera acometida de la red que hoy evacua por el llamado husillo del Carmen. Esta acometida deberá hacerse en igual forma que la ya descrita para las anteriores, y á su continuación comienza el tercer trozo del colector, sin que se proyecte aliviadero de llena, no obstante medir este trozo 875 metros de longitud y motivar tal supresión la ejecución con capacidad bastante para conducir todas las aguas de lluvia. Este aumento de gasto es, sin embargo, sólo aparente, pues el establecimiento del aliviadero, siquiera se calculase en igual concepto que el anterior, exigía el establecimiento de dinamos y el de una red de transmisión de

fuerza que los enlazase con la Fábrica de Electricidad, red cuyo costo y conservación compensaría el aumento de gastos que origina la mayor sección del colector que proyectamos, suprimido el aliviadero.

Este trozo 3.° del colector es de sección ovoide, de 0,38 de radio matriz, de igual modelo que los anteriores, y se proyecta con pendiente de 0,001.

La pérdida de altura de la rasante en su origen, al final del trozo 2.°, es de 3 (0,38 — 0,25) = 0 m,39, cuya pérdida se motiva enel enlace de ambos trozos con la continuidad en la clave para evitar la contracarga dentro del trozo 2.°

Las velocidades de régimen en este trozo de colector quedan consignadas anteriormente.

Para el gasto mínimo se encuentra este trozo en inmejorables condiciones, pues á él concurren las aguas de limpia de las tres acometidas de la red; pero no obstante esto, como quiera que el aumento de sección y reducción de pendiente que tiene respecto del trozo 2.°, hace, no obstante el mayor caudal, que se reduzca la velocidad y pierda en eficacia relativa la corriente, deberá establecerse en el origen de este trozo una cámara de descarga automática, en iguales condiciones que la definida para el servicio del trozo 1.°

El estado siguiente es el que ha servido de base para los cálculos de las secciones de los colectores. Está deducido del que á continuación se inserta, que á su vez corresponde á la página 239 del tratado de *Fognatura Cittadina* de Donato Sparato, edición Ulrico Hœpli, 1895, Milán. El valor de X, que hemos adoptado, está deducido por la expresión

$$X = \frac{100\sqrt{R}}{0,25 + \sqrt{R}}$$

CÁLCULO *de los elementos* A *y* X *del estado general para los valores de* w, x *y* r *que se expresan.*

x y w	A											
	r=0,25	r=0,32	r=0,35	r=0,38	r=0,40	r=0,45	r=0,50	r=0,60	r=0,65	r=0,70	r=0,75	r=0,90
w = 306°	0,274375	0,449536	0,53777	0,633916	0,70243	0,88897	1,09750	1,5804	1,8548	2,1511	2,4693	3,5559
w = 250°/₂	0,248250	0,406732	0,48657	0,573557	0,63532	0,78408	0,99300	1,4297	1,6782	1,9462	2,2342	3.2173
x = 000 r	0,180375	0,295526	0,35353	0,416738	0,46176	0,58441	0,72150	1,0390	1,2193	1,4141	1,6233	2,31756
x = 0,25 r	0,148875	0,243916	0,29179	0,343961	0,38112	0,48235	0,59550	0,8575	1,0064	1,1671	1,3399	1.9294
0,50 »	0,118625	0,194355	0,23250	0,274071	0,30368	0,38434	0,47700	0,6833	0,8019	0,9300	1,06762	1,5374
0,75 »	0,094500	0,154828	0,18522	0,218333	0,24192	0,30618	0,37810	0,5443	0,6388	0,74088	0,8505	1,2247
1,00 »	0,063562	0,104140	0,12458	0,146855	0,16272	0,20594	0,25675	0,3963	0.4297	0,4983	0,5721	0,8238
1,25 »	0,039937	0,065433	0,07828	0,092272	0,10224	0,12939	0,15975	0,2492	0.2706	0,3131	0,3594	0,5176
1,50 »	0,020500	0,033587	0,04018	0,047363	0,05248	0,06642	0,08200	0,1279	0,1386	0,16072	0,1845	0,2656
1,75 »	0,005375	0,008806	0,01053	0.012418	0,01376	0,01741	0,02150	0,0325	0,0363	0,04214	0,04837	0,06966

(Se continuará.)

José Ochoa.

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(CONTINUACIÓN)

CÁLCULO *de los elementos* A *y* X *del estado general para los valores de* w, x *y* r *que se expresan.*

x y w	X											
	r=0,25	r=0,32	r=0,35	r=0,38	r=0,40	r=0,45	r=0,50	r=0,60	r=0,65	r=0,70	r=0,75	r=0,90
w= 306°	61,485	64,357	65,372	66,248	66,878	68,165	69,298	71,205	72,020	72,461	73,438	75,177
w= 250°½	62,075	64,937	66,004	66,869	67,435	68,710	69,835	71,719	7[illegible],527	72,527	73,925	75,650
x= 000 r	61,065	63,905	65,039	66,083	66,487	67,787	68,924	70,845	71,664	72,409	73,095	74,848
x=0,25 r	60,164	63,078	64,178	65,054	65,635	66,953	68,104	70,050	70,860	71,435	72,339	74,125
0,50 »	58,899	61,861	62,985	64,039	64,468	65,823	66,974	68,956	69,807	70,585	71,293	73,121
0,75 »	58,059	61,022	62,155	62,132	63,657	64,935	66,188	68,191	69,059	69,843	70,567	72,191
1,00 »	55,357	58,368	59,481	60,443	61,058	62,439	63,620	65,753	66,649	67,465	68,219	70,163
1,25 »	52,526	55,587	56,822	57,786	58,326	59,748	61,004	63,094	64,029	65,711	65,711	67,733
1,50 »	48,219	51,314	52,606	53,453	54,094	55,539	56,278	59,150	60,032	60,913	61,739	63,868
1,75 »	40,206	43,194	44,627	45,331	45,980	47,401	48,644	51,019	52,033	53,525	53,900	56,055

CÁLCULO *de los elementos* R *y* U *del Estado general para los valores de* w, x *y* r, *que se expresan:*

x y w	R											
	r=0,25	r=0,32	r=0,35	r=0,38	r=0,40	r=0,45	r=0,50	r=0,60	r=0,65	r=0,70	r=0,75	r=0,90
w=306°	0,15925	0,20384	0,22295	0,24208	0,2548	0,2866	0,3185	0,3822	0,41405	0,44590	0,47775	0,5733
w=250° ½	0,16750	0,21440	0,2356	0,25460	0,2680	0,3015	0,3350	0,4020	0,4355	0,469	0,5025	0,6090
x=000 r	0,15375	0,19680	0,2163	0,23730	0,2460	0,2767	0,3075	0,369	0,39975	0,4305	0,46125	0,5535
x=0,25 »	0,14250	0,18240	0,2006	0,21660	0,2280	0,2565	0,2850	0,342	0,3705	0,3990	0,4275	0,5130
0,50 »	0,12850	0,16448	0,1810	0,19532	0,2056	0,2313	0,2570	0,3084	0,3341	0,3598	0,3855	0,4626
0,75 »	0,11975	0,15328	0,1687	0,18202	0,1916	0,2155	0,2395	0,2874	0,31135	0,3353	0,35923	0,4311
1,00 »	0,09600	0,12288	0,1355	0,14592	0,1536	0,1728	0,1920	0,2304	0,2496	0,2688	0,2880	0,3456
1,25 »	0,07690	0,09792	0,1082	0,11628	0,1224	0,1377	0,1530	0,1836	0,1989	0,2142	0,2295	0,2754
1,50 »	0,05425	0,06944	0,0770	0,08246	0,0863	0,0976	0,1086	0,1302	0,14115	0,1519	0,16275	0,1953
1,75 »	0,02825	0,03616	0,0406	0,04294	0,0452	0,0508	0,0565	0,0678	0,07345	0,0791	0,08495	0,1017

x y w	U											
	r=0,25	r=0,32	r=0,35	r=0,38	r=0,40	r=0,45	r=0,50	r=0,60	r=0,65	r=0,70	r=0,75	r=0,90
w=306°	24,5325√1	29,0541√1	30,862√1	32,6183√1	33,753√1	36,489√1	39,103√1	44,0140√1	46,3339√1	48,3[illegible]4√1	50,7531√1	56,9137√1
w=250° ½	25,3836 »	30,0874 »	31,980 »	33,7904 »	34,930 »	37,749 »	40,458 »	45,6983 »	48,0880 »	5[illegible],213 »	52,6334 »	58,9790 »
x=000 r	23,9874 »	28,3438 »	30,166 »	31,9662 »	32,967 »	35,650 »	38,210 »	42,5404 »	45,2960 »	47,4926 »	49,6291 »	55,6704 »
0,25 »	22,6818 »	26,9422 »	28,666 »	30,3044 »	31,[illegible]41 »	33,909 »	36,358 »	40,9668 »	43,130[illegible] »	45,1206 »	47,2900 »	53,0934 »
0,50 »	21,0858 »	25,0925 »	26,717 »	28,3301 »	29,234 »	31,659 »	33,956 »	38,4067 »	40,4616 »	42,4598 »	44,3439 »	49,8582 »
0,75 »	20,0884 »	23,8892 »	25,455 »	26,5281 »	27,870 »	30,181 »	32,397 »	36,4988 »	38,5273 »	40,4440 »	42,3003 »	47,4034 »
1,00 »	17,1606 »	20,4726 »	21,817 »	23,1218 »	23,942 »	25,968 »	27,891 »	31,5780 »	33,3141 »	35,8208 »	36,6294 »	41,2694 »
1,25 »	14,5140 »	17,3902 »	18,589 »	19,7166 »	20,400 »	22,164 »	23,854 »	27,0265 »	28,5460 »	31,2120 »	31,4699 »	36,5348 »
1,50 »	11,2350 »	13,5279 »	14,503 »	15,3689 »	15,943 »	17,361 »	18,544 »	21,3510 »	22,5533 »	23,7468 »	24,9160 »	23,2385 »
1,75 »	6,7546 »	8,2105 »	8,871 »	9,3976 »	9,770 »	10,633 »	11,533 »	13,3158 »	14,0949 »	14,9051 »	15,6341 »	17,8683 »

CÁLCULO *del elemento* Q *del estado general para los valores de* w, x *y* r *que se expresan:*

r y w	Q											
	r=0,25	r=0,32	r=0,35	r=0,38	r=0,40	r=0,45	r=0,50	r=0,60	r=0,65	r=0,70	r=0,75	r=0,90
w= 306°	6,73911√1	13,06086√1	16,597√1	20,67726√1	23,708√1	32,438√1	42,916√1	69,9567√1	85,9401√1	104,0603√1	25,9246√1	202,3794√1
w= 250 ½	6,30272 »	12,55744 »	15,561 »	19,38072 »	22,191 »	29,598 »	40,170 »	65,5543 »	80,7013 »	97,7407 »	117,5935 »	189,5365 »
x= 000 r	4,31773 »	8,37638 »	10,665 »	13,32153 »	15,223 »	20,834 »	37,948 »	44,1995 »	55,2294 »	67,1593 »	80,5629 »	129,0223 »
x=0,25 »	3,37675 »	6,57163 »	8,364 »	10,42553 »	11,945 »	16,356 »	21,651 »	35,1290 »	43,4063 »	52,6602 »	63,3639 »	102,4384 »
0,50 »	2,50130 »	4,87685 »	6,212 »	7,76446 »	8,878 »	12,160 »	16,197 »	26,2433 »	32,4461 »	39,4876 »	47,3469 »	76,6620 »
0,75 »	1,89335 »	3,69872 »	4,715 »	5,79196 »	6,742 »	9,241 »	12,246 »	19,8663 »	23,6112 »	25,8356 »	35,9764 »	58,0549 »
1,00 »	1,09076 »	2,13202 »	2,316 »	3,39555 »	3,896 »	5,348 »	7,161 »	12,5144 »	14,3150 »	17,8492 »	20,9567 »	33,9977 »
1,25 »	0,57964 »	1,13789 »	1,455 »	1,81929 »	2,086 »	2,868 »	3,811 »	6,7350 »	7,7075 »	9,7725 »	11,3103 »	18,3928 »
1,50 »	0,23031 »	0,45436 »	0,583 »	9,72792 »	0,837 »	1,153 »	1,521 »	2,7308 »	3,1259 »	3,8161 »	4,5970 »	7,60016 »
1,75 »	0,03630 »	0,07230 »	0,093 »	0,11670 »	0,134 »	0,186 »	0,248 »	0,4461 »	0,5116 »	0,6281 »	0,7571 »	1,24471 »

ESTADO *del cálculo de la sección oval del perfil nuevo inglés.*

x y W	A	C	R	V	Q
w=360°	4,455 r²	7,8342 r	0,568 r	0,754 x $\sqrt{ri}$	3,359 x $\sqrt{ri}$
w=306°	4,390 »	6,8917 »	0,637 »	0,798 »	3,503 »
w=250 1/2	3,972 »	5,9291 »	0,670 »	0,819 »	3,253 »
x=000 r	2,886 »	4,6926 »	0,615 »	0,784 »	2,263 »
0,25 »	2,382 »	4,1888 »	0,570 »	0,755 »	1,798 »
0,50 »	1,898 »	3,6883 »	0,614 »	0,717 »	1,361 »
0,75 »	1,512 »	3,1742 »	0,479 »	0,692 »	1,046 »
1,00 »	1.017 »	2.6446 »	0,384 »	0,620 »	0,631 »
1,25 »	0,639 »	2,0883 »	0,306 »	0,553 »	0,353 »
1,50 »	0,328 »	1,5070 »	0,217 »	0,466 »	0,153 »
1,75 »	0,086 »	0,7566 »	0,113 »	0,366 »	0,029 »
2,00 »	—	—	—	—	—

$$X = \frac{100\sqrt{R}}{025+\sqrt{R}}$$

En el anterior estado, *A* es el área de la sección; *C* el perímetro mojado; *R* el radio medio; *V* la velocidad, y *Q* el gasto; *i* la pendiente, y *r* el radio matriz; *w* las coordenadas polares con relación al diámetro del círculo superior del ovoide; *x* la ordenada recta negativa con relación al mismo diámetro y expresada en función del radio matriz.

Este conducto ovoide de 0,38 de radio matriz, que con la pendiente de 0,001 establece el trozo 3.° del colector á que nos venimos refiriendo, tiene capacidad un poco reducida en cuanto á la conducción de las aguas de lluvias torrenciales, pues su capacidad máxima es de 665 litros por segundo, y le corresponde conducir hasta 907, según los datos ya consignados. Esto, que realiza en el colector una economía de pérdida de altura, no ofrece inconveniente alguno; pues si bien es cierto que habrá un momento en que se notará en las aguas afluentes esta pequeña insuficiencia, no es menos cierto que el efecto de ella en el trozo 2.° será el aumento de altura de la lámina de agua, del aliviadero allí establecido y un aumento de gasto que, como consecuencia, anulará la insuficiencia del trozo 3.°, al que llegarán menos aguas, sin perjuicio de la continuidad de evacuación de la red, que es el objetivo.

Al final del trozo 3.° recibe el colector la cuarta y última acometida de la red, que es un conducto ovoide de 0,90 centímetros de radio matriz. Este enlace se hace en igual forma que la ya descrita anteriormente, y se continúa por un aliviadero de llena establecido en iguales condiciones. Este aliviadero tiene 1,40 metros de longitud en el vertedero, y sólo se diferencia en la menor longitud consignada en la mayor altura de la lámina de derrame. Para calcular ésta, hemos tenido en cuenta que el aliviadero no debe empezar á funcionar hasta que las aguas medias ordinarias no alcancen una dilución mínima de tres veces en aguas de lluvia. Esta, significa tanto como que no funcione el aliviadero en ninguna de las lluvias pequeñas que pueden presentarse, ni tampoco en el principio y fin de la afluencia hasta comenzar el régimen de las normales, en las cuales la dilución alcanzará hasta diez veces, y se elevará aun á veinticinco veces en las torrenciales, que, á su vez, al mezclarse con las del río en el régimen ordinario de la mayor parte del año, se diluirán 50 veces más. Se comprende que en esta cuestión hay que tomar una medida prudencial, como es práctica.

El gasto máximo del aliviadero que nos ocupa es de 7,048 litros por segundo, que, con la longitud de 1,40 metros, requiere una altura en la lámina de agua de 1,95, dada en las tablas de Mazzochi, entrando con el gasto de 5,000 litros segundo por metro lineal.

La altura del vertedero sobre el fondo del colector es de 0,75 para la dilución prefijada; altura que, con la de 1,95 del vertedero, da 2,70, que es la total del conducto ovoide de 0,90 de radio matriz.

Las obras que quedan descritas componen el colector de las secciones 1.ª y 2.ª de la red, cuyas secciones miden 289,28 hectáreas, y sirven la mayor parte de la superficie edificada de Sevilla dentro del perímetro de ronda.

Sin perjuicio de seguir ocupándonos más adelante de las demás obras que, como casa de máquinas, etc., se proyectan para continuar la evacuación y utilización de las aguas de este colector, vamos, por ahora, á terminar la exposición de los trazados y condiciones de los colectores, ocupándonos del correspondiente á las secciones 3.ª y 4.ª

COLECTOR DE LAS SECCIONES 3.ª Y 4.ª

Las secciones 3.ª y 4.ª de la red interior evacuan hoy al arroyo Tagarete, y el colector correspondiente tiene por objeto el saneamiento de este arroyo, sustituyéndolo en la servidumbre que hoy sufre de las aguas residuarias de la población. Debe, sin embargo, hacerse notar que el saneamiento de dicho cauce no será un hecho después de ejecutado el mencionado colector, por cuanto subsistirán aún múltiples causas de infección, que son independientes de la polución de las aguas residuarias de Sevilla, entre cuyas causas se cuenta la de la paralización de la corriente del arroyo, que le convierte en un verdadero foco de paludismo, y otras varias referentes á las basuras y detritus que recibe antes de su entrada en la zona urbanizada. Entretanto este arroyo subsista en el tramo correspondiente á la zona urbanizada, constituirá para Sevilla, no sólo un serio peligro en orden á las conveniencias de la salud pública, sino que también en orden á la defensa de la ciudad en tiempos de inundación; por tal motivo, el proyecto parcial de desviación que está incluído en el general de obras de defensa, es uno de los más útiles y de más inmediata necesidad para la ciudad.

El trazado de este colector lo proyectamos en igual sentido que el correspondiente á las secciones 1.ª y 2.ª, ó sea de Sur á Norte, buscando para los dos la misma finalidad y la conveniente unidad en la utilización y depuración de las aguas.

No obstante servir este conducto sólo 135,72 hectáreas, es mucho más costoso que el de las secciones 1.ª y 2.ª, no sólo por su longitud, de 2.873 metros, sino también por razón de que no puede aliviarse de sus aguas de lluvia; pues aunque tiene inmediata y lateralmente el arroyo Tagarete, no puede contarse con él para este servicio, por razón de estar en proyecto su desviación, como ya hemos indicado, por lugar situado más arriba de la zona recorrida por el colector.

Manifestado esto, y no siendo práctico, ni mucho menos, elevar las aguas de lluvia á los emplazamientos de depuración, se deduce inmediatamente la consecuencia de que el trazado de este conducto tiene que tener su derivación hasta el Guadalquivir para descargarse de la aportación de lluvias, y claro es que, siendo el colector de las secciones 1.ª y 2.ª lateral al río, deben venir á encontrarse ambos colectores, y, en su unión, establecer la casa general de máquinas de impulsión de las aguas ordinarias al emplazamiento de las obras de depuración

Las disposiciones de detalle son las mismas que las que corresponden al colector de las secciones 1.ª y 2.ª, así como se ajusta la sección al mismo modelo.

Se observa en el perfil longitudinal que la pendiente es constante del origen al final; hemos juzgado que así se acomodan bien los cambios de sección á la lentitud y gradualidad con que la zona de servicio va aumentando, como se satisface también al aprovechamiento que hay que hacer de la profundidad y pendiente disponibles en el trazado vertical.

En efecto, los enlaces de los cambios de sección, en la base de conservar la continuidad de la rasante de la solera, no motivan pérdida de carga; y además, dado lo gradual de los ingresos en el colector y el cálculo de éstos desde su origen con el gasto de extremidad, no habrá contrapresiones ni perturbaciones de régimen, como las que hubimos de prever en el trazado del colector de las secciones 1.ª y 2.ª, en que los ingresos se hacen por acometidas de grandes zonas de red, y en que se calcula cada trozo de colector con el gasto de origen, como es natural en ese caso.

En cuanto al trazado horizontal, se observa que se desarrolla

en una longitud de 1.780 metros por la ronda de la ciudad; y que al llegar á la calle de San Julián penetra en la zona urbanizada, dirigiéndose directamente á buscar en el costado opuesto la margen del río y el colector de las secciones 1.ª y 2.ª en el desagüe de las Lumbreras. Este trazado es perfectamente lógico; pues ya vimos que estas secciones evacuarán en su casi totalidad por el dicho desagüe, y por consiguiente, este colector no hace más que confundirse en su último trozo con el comprendido en las obras de la red y por tal motivo, en su perfil conservamos el plano de comparación en lugar de cambiado al de bajamar, que es á donde están referidas las ordenadas del perfil del colector de las seciones 1.ª y 2.ª

En cuanto á las condiciones de su evacuación en los diversos períodos de régimen, se exponen á continuación en los dos estados que siguen, redactados en igual forma que los correspondientes para el colector de las secciones 1.ª y 2.ª

NUMERACION DE LAS SERVIDUMBRES	HECTAREAS		Número de habitantes.	Consumo de agua — 24 horas. Litros.	Circulacion ordinaria en litros por segundo.			LLUVIAS Litros por segundo.	
	Edificadas.	TOTALES			Máxima.	Media.	Mínima.	Ordinarias.	Torrenciales.
Trozo 1.º	51,2965	56,9091	25,658	2.949,520	68	34	11	399	1,197
» 2.º	107,6818	119,6464	53,841	6.191,715	143	72	23	873	2,511
» 3.º	130,2531	144,7267	65,127	7.489,605	173	87	29	1,013	3,039
» 4.º	154,3054	171,4505	77,153	8.872,595	205	103	34	1,200	3,600
» 5.º	194,2764	215,8626	87,424	10.053,760	233	116	39	1,360	4,080
» 6.º	287,8443	319,8270	143,324	16.482,030	383	191	64	2,239	6,717

El trozo 6.º corresponde al desagüe denominado Lumbreras.

TROZOS	Radio matriz.	Pendiente.	Longitud. — Metros.	VELOCIDAD Servicio ordinario.		VELOCIDAD Lluvias.		Capacidad en litros por segundo. Servicio ordinario.		Capacidad en litros por segundo. Lluvias.	
				Media.	Máxima.	Ordinaria.	Torrencial.	Media.	Máxima.	Ordinaria	Torrencial.
1.º	0,45	0,00125	444	0,60	0,74	0,08	1,28	34	68	399	1,197
2.º	0,60	»	502	0,70	0,81	1,30	1,57	72	143	837	2,511
3.º	0,65	»	834	0,72	0,84	1,38	1,62	87	173	1,013	3,039
4.º	0,70	»	494	0,80	0,90	1,45	1,76	103	205	1,200	3,600
5.º	0,75	»	260	0,84	0,95	1,50	1,80	116	233	1,360	4,080
6.º	0,90	»	438	0,90	1,00	1,68	2,00	191	383	2,239	6,717
			2,972								

El criterio sustentado para sentar las condiciones de evacuación del colector que nos ocupa, se deduce del anterior cuadro; criterio que es el mismo con que fué calculado el colector de las secciones 1.ª y 2.ª, dirigido á obtener para las aguas la velocidad mínima de 0,60. Así se obtiene para el mínimo inclusive en todos los trozos, menos en el trozo 1.º, en que, siendo 0,60 para el caudal medio, descenderá durante el período de mínima. Por tal motivo, y por igual razón que la expuesta, al considerar el mismo caso para el colector de las secciones 1.ª y 2.ª, debe recurrirse al establecimiento de una cámara de limpia con el sifón de descarga correspondiente, de igual dimensión que el definido entonces. De este modo la velocidad, aun en el período de mínima, no descenderá de los 0,60 que juzgamos conveniente.

Ya ocupándonos del anterior colector hemos precisado la acometida de éste y el aliviadero de llena que á la dicha acometida corresponde.

La aguas ordinarias pasan directamente á los pozos de las máquinas; pero las de lluvia pasarán siempre sobre el aliviadero, y de allí irán al río cuando la válvula esté abierta, ó á los pozos que en las máquinas les corresponden cuando aquella válvula esté cerrada.

La válvula corresponde al proyecto de la red, y no modifica su disposición la acometida de estos colectores.

INSTALACIÓN GENERAL DE MÁQUINAS

En el edificio actual de máquinas que el Ayuntamiento tiene establecido en el llamado husillo Real ó de las Lumbreras, es donde se hace la unión de los dos colectores y se proyecta establecer la instalación general de máquinas que ha de servir la evacuación de las mismas.

La aportación total ordinaria que dará la red es, en número redondo, de 22.000 metros cúbicos cada veinticuatro horas, según ya se consignó anteriormente. El gasto medio por segundo resulta ser de 255 litros. La distribución real de los gastos durante las veinticuatro horas se acompaña en el diagrama, en el cual el gasto máximo es de 510 litros por segundo, doble del medio, y el $^1/_3$ de éste el gasto mínimo, que resulta ser de 85 litros. La curva de trazos representa los totales evacuados en cada momento. Se observa en ella que la distribución hecha equivale á suponer que la mitad del total se evacua en seis horas, y el resto se distribuye en el resto del día, manteniéndose próximamente constante durante el período central. Esta distribución es la que ordinaria-

mente se hace en esta clase de proyectos, y fué la adoptada en el de la red, aun cuando vemos que acusa una excesiva irregularidad, y que, por lo tanto, en la práctica será mucho más duradero el período de acceso al gasto máximo, menor éste, más lento su descenso y más duradero el medio.

La cuestión del estudio de las máquinas y bombas, que son objeto de este estudio, ofrece la particularidad de que van á constituir una instalación que ha de realizar el servicio ordinario de elevar 22.000 metros cúbicos de aguas ordinarias á 14,60 de altura, según más adelante detallamos, y ha de realizar el servicio de evacuación de aguas de lluvias máximas al río á la altura máxima de 7,00 metros sobre el nivel de los pozos de aspiración, y con la capacidad de 2,238 + 477 = 2.715 por segundo.

Estos dos servicios deben, en lo posible, realizarse con una sola instalación, estudiada á los dos fines, sin perjuicio de ninguno en su buen régimen; y este es el objeto de las máquinas que vamos á describir en sus líneas generales, por cuanto el proyecto definitivo de construcción, fundamentado en éstas á que ahora nos concretamos, deberá presentarse por las fábricas, y entonces podrá ser definitivamente aprobado por el Excmo. Ayuntamiento, mediante concurso que, con arreglo á estas bases y al pliego de condiciones facultativas, se abra por la Compañía. Así se ha procedido en Bilbao, obteniéndose un brillante resultado en tan interesante cuestión.

Para regularizar el trabajo de las máquinas, y por tanto, de todos los elementos que hay que tener en cuenta posteriormente en la impulsión, es práctica establecer, antes de las bombas, un depósito regulador que, almacenando las aguas en los momentos de máxima afluencia, mantenga el gasto medio hasta el momento del descenso al mínimo, en que, sobrando fuerza, comienza á evacuarse la almacenada al mismo tiempo que la afluente, manteniéndose siempre el mencionado gasto normal.

En este proyecto hemos prescindido de los buenos servicios que presta el depósito, en atención á las serias dificultades que su ejecución presenta por falta de espacios, por las circunstancias legales del disponible y por las condiciones de cimentación. Este depósito, cuya capacidad mínima sería de 5.600 metros cúbicos, ocuparía para una altura de agua de 2,00, una superficie de 2.800 metros cuadrados próximamente, en un rectángulo de 45 por 60 metros de lado. Esta obra, para la que no hay espacio dentro del perímetro de ronda, habría que labrarla en la zona de 30 metros que media entre la línea del ferrocarril que le es adjunta y las aguas del río Guadalquivir en su período de corriente normal, venciendo las serias dificultades legales, económicas y prácticas, que su ejecución motivaría en el emplazamiento definido. No sería la mayor de las que merecen enumeración la de las crecidas del río y la de las dificultades del depósito de las tierras excavadas durante el período de ejecución.

José Ochoa.

(*Se continuará.*)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(CONTINUACIÓN)

Los sondeos practicados acusan fango arcilloso en un espesor de 4,00 metros, á los que siguen 3,00 metros de arena muy fina con alguna gravilla, 5,50 de arena gruesa con gravilla, 6,50 de grava gruesa, y la arcilla compacta que se halla á los 19,00.

Toda la parte del depósito ocupada por las aguas habría de labrarse bajo la bajamar; y por último, para concluir con estos conceptos generales, ha de consignarse que, siendo la máxima crecida del Guadalquivir de 9,00 sobre su nivel ordinario, la obra

quedaría durante esas crecidas sometida á la carga correspondiente.

Las consideraciones que quedan ligeramente indicadas señalan la obra del depósito regulador para el caso particular que es presente, como una obra que, además de ofrecer dificultades de orden legal por los diferentes intereses que afecta la ocupación de su emplazamiento, ofrece mucha incertidumbre en su plazo de ejecución, en su costo y en los accidentes á que ha de estar expuesta, tanto mientras se lleva á término, como después de ejecutada.

Por tales motivos, esta obra, á pesar de las ventajas que ofrece á la economía en los servicios de la explotación, no figura entre las que componen este proyecto, en el que el ingreso de las aguas de los colectores tiene lugar directamente á los pozos de las máquinas, que lo elevan á medida de su afluencia, como se ha hecho en Berlín, y últimamente para el colector de Archeres, en París.

Los motores que proyectamos para construir la instalación de desagüe, deben consistir en tres máquinas elevadoras *Worthington* de triple expansión y condensación de superficie, con tres calderas *Babcock* y *Wilcox*, con economizador, capaz cada una para una máquina, y dispuesta la tubería y llaves de tal modo, que cualquiera caldera puede dar vapor á cualquiera de las máquinas, pudiendo trabajar una, dos ó las tres á la vez.

Cada máquina será capaz en la marcha normal de elevar 255 litros por segundo, á 14,60 de altura, cuya cantidad podrá aumentarse haciendo funcionar la máquina accidentalmente á mayor velocidad. La altura consignada de 14,60 se deduce de los niveles relativos, que á su vez están deducidos de los perfiles y de la pérdida de carga más adelante calculada para los conductos de impulsión.

De estas máquinas, una funcionará continuamente, otra en las horas de mayor afluencia y otra quedará de repuesto. La continuidad de la evacuación se obtendrá tan perfecta como se desee; y aun cuando es claro que origina pérdidas el funcionamiento de una de las máquinas, limitado á algunas horas diarias, no es menos cierto que nada pierde con ello el buen servicio de la evacuación; y que, lejos de ello, ofrece la ventaja de que, si ocurre un aguacero, se está más preparado que con la instalación de una sola máquina á marcha constante y á toda su potencia. La supresión del depósito regulador trae consigo la circulación continua, que es una ventaja, y la pérdida originada en la explotación por la paralización diaria de una máquina y su utilización sólo durante algunas horas, la juzgamos compensada, no sólo con la supresión de los gastos y eventualidades del depósito, sino también con los dos metros menos de elevación que la supresión del depósito trae consigo; elevación que para 22.000 metros cúbicos equivale á 158 caballos horas efectivas cada día.

El trabajo de las tres máquinas, tal y como quedan definidas, representa $3 \times 255 \times 14,60 = 11.500$ kilográmetros segundo.

Pero en tiempo de lluvia ha de aumentarse bastante la cantidad de agua. Esta cantidad puede elevarse en número redondo hasta 2.800 litros por segundo.

Evidentemente la capacidad material de las bombas del servicio ordinario no es bastante para elevar esta cantidad de agua, siquiera sea á una altura insignificante.

Proyectamos, como es práctica, agregar á cada máquina unas bombas adicionales, completando la capacidad de las ordinarias hasta la capacidad indicada.

Naturalmente, aumentada así la cantidad, la fuerza procedente de los cilindros no será suficiente para elevarla sino á una altura menor, que resulta ser $\frac{11,500}{2,80} = 4,11$ metros, que es la altura expresada por encima del nivel del agua en los pozos de aspiración á que podrá elevarse el agua. Como esta altura de agua puede contarse como de 1,14 que corresponde á la altura interior del colector menor, y tiene éste su solera á 1,016 sobre la bajamar, resulta que pueden elevarse las aguas á $6^{m},25$ sobre ese nivel, y, por tanto, dominarse con holgura la evacuación sobre una crecida del río de 5,50 sobre su nivel ordinario, que son las que frecuentemente coinciden con lluvias en la población; pues si bien es cierto que el río llega á alcanzar 9,00 metros sobre ese nivel, junto á la casa de máquinas, no suelen mantenerse durante largo tiempo estas crecidas excepcionales, y no suelen coincidir con grandes lluvias en la ciudad.

(Se continuará.)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA [1]

(CONTINUACIÓN)

Aunque con el carácter expresado, hay, sin embargo, que prever el hecho, y para este caso se proyectan los cilindros intermediarios, como cilindros de alta presión, dando oportunamente la admisión directa, y aumentando de esta suerte la potencia de las máquinas durante el tiempo necesario para la máxima elevación, consignada con la máxima cantidad de agua evacuada.

En cuanto á los aguaceros torrenciales, coincidiendo con la máxima avenida, es un caso que no puede servirse con la instalación de máquinas que dejamos descrita, ni sería práctico intentarlo.

Para el cálculo de la canalización no cabe duda que es de absoluta necesidad tener en cuenta estos aguaceros torrenciales, por cuanto la insuficiencia posterior que se notará no ofrecería remedio fácil.

En el cálculo de las máquinas, y estudiada la instalación es

(1) Véase el núm. 1321.

la forma que queda dicha, satisfaciendo plenamente en la combinación de las máximas lluvias, con la máxima altura de elevación, creemos que el caso de lluvias torrenciales, que aumenta la cantidad de agua hasta 7.000 litros por segundo, debe preverse dejando los espacios necesarios para instalar una máquina supletoria destinada á evacuar ese aumento; pero creemos que, en vez de calcular esa máquina con los datos teóricos presentes, debe hacerse con los prácticos de mañana, con lo que ganará mucho el buen servicio que debe prestar la máquina supletoria de que hemos hecho mención.

Descrita la instalación de máquinas en sus líneas generales, os remitimos, para más detalles al pliego de condiciones facultativas que hemos redactado, y que, si merece la aprobación e la Superioridad, servirá para el concurso del proyecto de nstrucción, donde se acompañarán todos los detalles de planos, etc., que no figuran en este anteproyecto, dedicado al plan neral de las obras.

A la salida de las bombas pasan las aguas á los conductos de npulsión que han de llevarlas al emplazamiento de las obras depuración.

CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

El trazado de estos conductos está elegido, no sólo en vista conducir las aguas á su finalidad, sino también en vista del ás fácil aprovechamiento agrícola en el trayecto de la conducción.

Para este fin, que es esencial, se presta muy bien la zona que de recorrer el conducto, y que, en su totalidad, desde que se le de la urbanizada, está ocupada por las huertas que sirven mercado de la ciudad y demás terrenos destinados hoy al regadío. En todo ese trayecto se encuentran los conductos con carga suficiente para distribuir las aguas á derecha é izquierda en ona mucho mayor que la que puede servir el volumen de aguas sponibles.

Bajo este aspecto de la cuestión, y teniendo la Compañía muy clarantada su información sobre la utilidad del aprovechamiento las aguas, es muy probable que á las obras de depuración no guen más que los sobrantes, en períodos en que no convenga os agricultores la utilización.

Esto es una gran ventaja del trazado de Sur á Norte que hemos dado á los colectores y conductos; pues si bien es cierto que terrenos del Sur no desmerecen como condición, y ya dejamos consignado, tienen el inconveniente de estar de secano, entras que los de la zona Norte que recorre el conducto están regadío, y ofrecen tantas menos dificultades para el uso de aguas cuanto son menores los gastos que para su aprovechamiento deben hacer los propietarios. En otro orden de consideraciones, la zona Sur está toda afectada por las obras de mejora la navegación, y, según nuestras noticias, se proyecta realizar la corta próximamente desde la desembocadura del Tamarillo hasta la Punta del Verde, cruzando el Guadaira por la esa del Batán; y como esto, más pronto ó más temprano, traerá consigo la urbanización de esos terrenos, no es prudente llevar á esa zona la finalidad de la evacuación.

Volviendo á la cuestión de detalle en el trazado adoptado, ncluiremos manifestando que hemos adoptado para emplazamiento de las obras de depuración el lugar más alto de los alrededores, cruzada la línea del ferrocarril del Empalme, é inmediato al arroyo de Miraflores, que inferiormente toma el nombre Tagarete.

Aparte de las condiciones de trazado del conducto de impulsión, influyen en el emplazamiento elegido para las obras de depuración condiciones derivadas del procedimiento adoptado onty el uso y aprovechamiento de las aguas depuradas. Por tal razón, nos ocuparemos en el lugar correspondiente de completar justificación del emplazamiento elegido.

Respecto de los detalles de ejecución de las obras de impulsión, debe manifestarse que constan de dos conductos iguales 0,75 de diámetro cada uno. Este doble conducto tiene por objeto la regularización de la velocidad, que resultaría muy sensiblemente variable con los caudales máximo, medio y mínimo, y ofecen, además, la ventaja del doble servicio; pues, como veremos, caso de inutilizarse nno, pueden las máquinas hacer el servicio por uno solo, no obstante el aumento en la pérdida de carga.

La expresión de la pérdida de carga por metro $i = m \frac{Q^2}{D^5}$ da para el gasto $Q = 0^{m^3},255$, y tomando para m el valor 0,0042, que corresponde al valor de $D = 0,75$, da un valor $i = 3,35$, metros para los 2.666 metros de longitud del conducto de impulsión, y una velocidad $v = 1,274 \frac{Q}{D^2} = 0,60$ metros.

Esta pérdida de carga de 3,35 es la que hemos tenido en cuenta para calcular la altura á que debeelevarse el agua en el anterior estudio de las potencias de las máquinas.

Resulta, según lo anterior, que un solo conducto de 0,75 de diámetro sirve con el uso de una sola máquina, según queda establecido, á la impulsión del gasto medio, obteniendo las aguas una velocidad de 0,60, que es muy apropiada.

En el gasto máximo de 510 litros, doble del medio, resulta también que, utilizando, según lo establecido, otra máquina y el sedundo conducto, se obtiene la impulsión total con la misma velocidad de 0,60.

Para el gasto mínimo de 85 litros, la velocidad desciende á 0,20; pero debe tenerse presente que este gasto mínimo es ficticio, porque en ese momento circula por la red toda la afluencia de las limpias automáticas; elevando considerablemente ese gasto, como ya hemos visto ocupándonos de los colectores; y claro es, por lo tanto, que nunca descenderá la velocidad á 0,20, y puede asegurarse que se mantendrá alrededor de 0,40 durante ese breve período, para volver de nuevo á su término constante de 0,60.

En cuanto á reconocimientos, limpias, etc., se dispone á voluntad de diez y ocho horas diarias para el conducto que se desee; pues fuera del período de máxima, basta un solo conducto para la impulsión; pero aun en el supuesto que se necesite tener más de esas diez y ocho horas sin uso uno de los conductos, tienen las máquinas potencia suficiente para la impulsión del máximo caudal por uno solo.

En efecto, la pérdida de carga en un conducto de 0,75 de diámetro para el gasto de 510 litros por segundo, y la longitud de 2,666 metros, es igual á $i = 2,666 \text{ m} \frac{Q^2}{D^5} = 13,432$. La altura de elevación resulta ser igual para este caso á $14,60 + 13,43 - 3,35 = 24,68$, y el esfuerzo igual á $510 \times 24,68 = 12.587$ kilográmetros.

Las tres máquinas son capaces, según dejamos más atrás consignado, de un trabajo igual á 11.500 kilográmetros segundo en marcha normal; y la deficiencia en esta marcha y para este servicio es sólo de un 8 por 100 próximamente, que quedará holgadamente suplido durante el tiempo del máximo con el esfuerzo supletorio que toda máquina da sobre su marcha normal, y en todo caso dando la admisión directa á los cilindros y trabajando á alta presión. Por lo demás, es este un caso excepcional, y que sólo consideramos en tal concepto, pues para la inspección ordinaria de los conductos bastan las diez y ocho horas de que puede siempre disponerse en cada uno.

La construcción de los conductos la proyectamos de cemento armado, sistema Monier, y en iguales condiciones á las adoptadas en Bilbao. Se proyectan los esqueletos con directrices, que son aros circulares constituídos por varillas de acero redondo de 9 milímetros, separados 75 milímetros, y por generatrices situadas en el interior, que son también varillas redondas, pero sólo de 5 milímetros. El espesor del cemento que envuelve este esqueleto es de 0,13.

Las generatrices y directrices se fijan en su unión con alambre grueso, y los esqueletos así formados se sitúan dentro de moldes verticales de hierro, donde se hace la versión del cemento, terminando la preparación del tubo con arreglo á los detalles

que se consignan en los planos y en el pliego de condiciones facultativas, y que son análogas á las que hemos visto en el taller de fabricación de los tubos para las obras de saneamiento de Bilbao.

En el cálculo de la resistencia de los tubos hemos procedido con arreglo á la práctica corriente, ateniéndonos á lo establecido en el tratado de *Costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, del Ingeniero G. Vacchelli, edición Ulrico Hœpli, Milán, 1900.

Para el cálculo de las directrices se prescinde del cemento, considerándolas como si hubiesen de resistir solas á la presión que se desarrolla en el interior del tubo.

La presión en su punto más cargado, que es el perfil 9, es de 17,29 metros en el caso fortuito de que, por accidente, haya que llevar al máximo caudal por un solo tubo. Hacemos el cálculo para una presión de 25 metros.

Como las condiciones en que han de trabajar las directrices son más favorables que las que se le suponen en el cálculo, adoptamos como coeficiente de resistencia 1.200 kilos por cm².

La fórmula $W = \frac{P\,D}{2\,R}$ nos da la suma de las secciones de las directrices que corresponden al metro lineal de conducto para los valores ya consignados $P = 25.000$ klg./m² diámetro $D = 0,75$, y coeficiente $R = 120,000$ klg./m². El valor de W resulta igual á $0^{m^2},078$, como son 13 las directrices que hay en un metro, resulta ser el área de una igual á $\frac{7,80}{13} = 0^{cm^2},600$, á cuya área circular corresponde un diámetro igual á $8^m/_m$ 74 ó $9^m/_m$ en número redondo, que es el adoptado.

En cuanto á las generatrices, se prescinde también del cemento, y se las calcula considerándolas como vigas empotradas por sus extremos, forzando el coeficiente de resistencia que se adopta para las directrices, en vista de que las generatrices se calculan en condiciones más favorables.

$$\left.\begin{array}{ll} M. = R\,\frac{I}{Z} & (1) \\ M. = \frac{Pl^2}{12} & (2) \\ \frac{I}{Z} = \frac{\pi}{32}\,d^3 & (3) \end{array}\right\} \quad d = \sqrt{\frac{P.\,L.^2}{12 \times 0,0982 \times R}} \quad (4)$$

La fórmula (1) general de las vigas sometidas á flexión; la (2) del momento de inercia máxima de una viga empotrada por sus dos extremos; la (3) que relaciona el momento de inercia I con el diámetro d en una sección circular, nos permiten calcular el diámetro d por la fórmula (4) deducida de ellas.

Sustituyendo en dicha fórmula (4) $R = 18 \times 10^6$ klgm², $l = 0,075$, luz del tramo de generatriz entre dos directrices; $P = \frac{2.\,\pi.\,0.75}{24}.\,25,000 = 2454$ kilogramos por metro lineal, presión que corresponde uniformemente repartida en cada generatriz, puesto que 24 es el número de ellas.

$$\text{Resulta: } d = \sqrt[3]{\frac{13.8037}{0.21204 \times 108}} = \frac{1}{10^2}\sqrt[3]{\frac{13.8037}{0.21204}}$$

$$= \frac{1}{10^2}\sqrt[3]{65,10 = 0.00402}$$

cifra que hemos elevado hasta $5^m/_m$.

En cuanto al espesor del cemento, se suele tomar, como base práctica, la restricción de que su volumen esté comprendido entre 100 y 200 veces el del hierro.

El volumen de las directrices es $V = 13\,\pi.\,\alpha.\,\varphi.$ en donde de $\alpha = 84^{cm},10$ en la disposición adoptada *á priori* es el diámetro del eje de la directriz, y $\varphi = 0^{cm^2},636$ es la sección circular de la directriz de $9^m/_m$ de diámetro. Resulta: $V = 2.185^{cm^3}$.

El volumen V de las generatrices es igual á 24. S. 100^{cm}, y siendo $S = 0^{cm^2}$, 196 área de una generatriz de $5^m/_m$ de diámetro, resulta para V el valor 470 cm³

El volumen de hierro resulta ser igual á $470 + 2,185 = 2,665$ cm³. Para calcular el espesor e del cemento, establecemos la fórmula que relaciona este espesor con el volumen v_1 que corresponde á un metro lineal de tubo; y como este volumen debe quedar comprendido entre 100 y 200 veces el volumen de hierro, resultan así los límites entre los que ha de quedar comprendido el espesor.

La fórmula $v_1 = 100^{cm}\,\pi.\,\triangleleft.\,e$, que da el volumen de un metro lineal de tubo en función del espesor e y del diámetro medio $\triangleleft$, nos da los dos límites de e. De esa fórmula, tomando como primer valor el $\triangleleft$, el de 88^{cm} se deduce:

$$e = \frac{v_1}{100.\,\pi.\,\triangleleft.} \left\{\begin{array}{l} \text{para } v_1 = 100\ (v + v_1)\ e = 9,5 \text{ cm.} \\ \text{para } v_1 = 200\ (v + v_1)\ e = 19 \text{ cm.} \end{array}\right.$$

Entre estos límites hemos tomado el valor 0,13 para el espesor del cemento, que es el que corresponde al valor de $\triangleleft$ con que se ha entrado en la fórmula.

Para terminar con la exposición relativa á la construcción de los conductos de impulsión, nos remitimos á los planos, en los que se detallan los perfiles y detalles de disposición de las ventosas, registros, etc.

DEPURACIÓN DE LAS AGUAS

Por último, vamos á ocuparnos de la última ó interesante cuestión que aun entraña este proyecto, y es referente á la depuración ó nitrificación de las aguas.

FUNDAMENTOS

El procedimiento cuya aplicación proponemos es el conocido vulgarmente bajo la denominación de filtración artificial intermitente, único sancionado por la experiencia, hasta hoy, no obstante la práctica esencialmente imperfecta que se le ha dado hasta que en Exeter, hace dos años, fué estudiado ó implantado con perfección tan ideal en el concepto científico como en la realización técnica, acusando, como es de ley, el más admirable resultado.

(*Se continuará.*)

Año XLVII. Madrid 28 de Febrero de 1901. Núm. 1527

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

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

Redactor-Presidente.... Ilmo. 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. Manuel Maluquer, Ingeniero 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.**

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(CONTINUACIÓN)

No puede tener esta Memoria otros límites que los que corresponde á la justificación escueta de la aplicación de un procedimiento; pero aunque por tal motivo nos abstengamos de historiar la cuestión, no dejaremos de manifestar que la purificación de las aguas de alcantarilla, que hasta ahora ha sido la rémora que imposibilitaba el saneamiento de las poblaciones, es hoy una cuestión resuelta, y resuelta en términos absolutamente satisfactorios, tanto como pudo pedir el deseo racional. Débese esto, principalmente, á los esfuerzos del Establecimiento de Sanidad de Massachussets de Mr. Scott-Moncrieff, y á Mr. Donald-Cameron, de Exeter. Las aplicaciones se extienden rápidamente en Inglaterra, en Borkisg, Sutlon, en Walverhampton, Salford, etcétera, con resultado siempre igual en su perfección.

Hemos dicho que el proceder de depuración que vamos á exponer es el perfeccionamiento práctico del llamado filtración artificial intermitente; y al proponer su aplicación en este proyecto, le despojamos en su denominación de la palabra filtración, que indica una acción mecánica y un concepto que nunca ha intervenido en el proceso de la depuración, ni antes en sus aplicaciones más imperfectas, ni ahora en la aplicación perfeccionada. Su verdadera denominación es la de depuración por tratamiento biológico, ó, si se quiere, microorgánico, dando con ello el concepto de los únicos elementos que intervienen en la depuración, la que, como veremos más adelante, se hace, una vez puestas las obras en servicio, sin contacto humano, y con la sola intervención inteligente del hombre.

Desde el momento en que hemos dicho que el procedimiento llamado filtración artificial intermitente era el único hasta hoy sancionado por la práctica, como así es, en efecto, de modo incuestionable, y á esta manifestación hemos agregado que el proceder que proponemos es su perfeccionamiento, parece que huelga toda consideración extraña á las de carácter relativo que demuestren el progreso realizado, y á aquellas otras que manifiesten el concepto abstracto del límite en la bondad del procedimiento.

El *desideratum* de todo alcantarillado, como base fundamental del saneamiento de las poblaciones, se reduce en términos concretos á conseguir que los materiales de desecho, infectos por sí y por sus ulteriores modificaciones, lleguen, no sólo á ser inocuos, sino á permitir la libre circulación de la materia á través de los tres reinos, por cuyo procedimiento, una vez realizado, no podrá decirse que hemos contrariado la ley de la Naturaleza, sino, por el contrario, que cooperamos al legítimo fin que ésta persigue.

Todos los procedimientos hasta hoy ideados y puestos en práctica adolecen de la excesiva intervención material del hombre; casi todos se fundamentan en la separación previa de los sólidos y los líquidos, y el posterior tratamiento de ambos, y no consiguen otra cosa que cambiar el aspecto físico de las aguas residuarias, sea reteniendo en depósitos, prensas ó filtros las materias que llevan en suspensión, sea evitando por procedimientos químicos ó eléctricos últimamente, pero por un tiempo siempre muy limitado, los malos olores á que, por su fermentación, dan lugar; y cuando se ha tratado de llegar á la meta, forzando á la Naturaleza á realizar en grado activo lo que ella opera de una manera libre en los terrenos incultos ó de vegetación espontánea, se ha llegado por inversión de los términos, á los más lamentables resultados.

La tierra, madre común de todo lo existente, tiene necesidad, si ha de conservar tan alta jerarquía, de ser á la vez el depósito común de todos los desechos, de todos los cadáveres, de toda la materia, en una palabra, para, de los principios inmediatos de la misma, tanto orgánicos como inorgánicos, subvenir á las necesidades creadoras del papel de madre que nadie le disputa; pero si, en virtud y por acción de los materiales con que cuenta, da lugar á la formación de nuevos seres, en razón de sus propias energías, necesario será conceder que ni estas primeras materias pueden faltar, lo que daría por resultado la aridez y la impotencia, ni tampoco hallarse en cantidades excesivas con relación al potencial creador de las tierras; y de aquí que los procedimientos de irrigación ó de filtración natural de las aguas impuras á través de los terrenos, acusen, en muchos casos de la práctica, finalidad y resultados distintas de los que la teoría y las esperanzas menos optimistas daban derecho á esperar.

Si la destrucción de la materia es un hecho en las tierras, cuando se trata de grandes extensiones de éstas y de una insignificante proporción de aquéllas, no es racional confiar el gran problema del saneamiento á este lógico, racional y efectivo proceder, si se trata, como siempre ocurre en las grandes poblaciones, de un gran número de metros cúbicos de material de desecho, que se han de poner en relación funcional con extensiones relativamente exiguas de terreno. He aquí la base del conflicto, el origen de las protestas que se hacen de los campos de irrigación, hoy ya desautorizados en su práctica oomo medio activo de depuración, y reducidos, en realidad, al solo concepto de la utilización agrícola, en la que la depuración es la consecuencia que la autoriza, pero no el objetivo forzado del aprovechamiento.

La primera condición necesaria que debe satisfacerse para que toda materia se modifique ó circule, es disolverla, por cuanto sin disolución previa toda modificación es utópica; pero el primer paso de la disolución es la disgregación de la materia, y no otra cosa demostró M. Mouras que ocurría en las cámaras que llevan su nombre, y en las cuales, sin existir causa de fragmentación mecánica de la materia, se produce una licuefacción tan completa de los materiales sólidos, como que el aspecto de la disolución que de dichos pozos emerge tiene todas las condiciones físicas del agua potable. ¿Lo es? En manera alguna; se trata sólo de una disolución, de una disgregación molecular d la materia orgánica. En dichas aguas no hay venenos patógenos, pero sí sépticos, y este primer paso en la transformación de las materias es debido á la acción de aquellos gérmenes que en el seno de las tierras hacen el papel de los mineros; es decir, de los trabajadores que actúan en condiciones opuestas á las de los

que viven sobre la superficie de las tierras; pues, en efecto, trabajan sin oxígeno, sin luz y á presión.

Hé aquí el primer acto artificialmente representado del gran drama que en los terrenos se opera con los desechos de la vida, ó sea con la materia muerta.

Si esta función es propia de gérmenes anaerobios, dicho se está que el receptáculo Mouras, donde se verifica, puede ser más científicamente llamado tanque séptico en su conjunto, ó cámara de transformación anaeróbica en sus funciones.

Una vez disociadas las materias orgánicas, disueltas pudiéramos decir, dando lugar á aguas puras por sus caracteres físicos, ya habremos realizado con la cooperación de los agentes anaeróbicos un gran paso bajo el punto de vista del saneamiento, toda vez que se obtiene la descomposición y licuación de todos los residuos animales y vegetales, y por consiguiente se evita la formación de lodo y las peligrosas manipulaciones de su tratamiento, á que, como principio, dan lugar todos los demás procedimientos conocidos hasta hoy.

Hé aquí cómo la circulación previa de las aguas por estas cámaras, sin contacto alguno exterior ni intervención activa del hombre en el proceso de su transformación, verifica la disgregación molecular y disolución de los sólidos orgánicos, dando aguas físicamente puras, y realiza un verdadero progreso y un progreso ideal en orden á la depuración, en cuanto da hecho el trabajo más esencial é importante de la desaparición de los sólidos, y el trabajo de disgregación molecular, convirtiendo la materia en formas más simples. Aun en el concepto de la utilización agrícola, realizan estas cámaras un beneficio á las aguas en cuanto ha tenido lugar en ellas parte de la acción principal de las tierras, y con menos trabajo de éstas las entregan en condiciones de ser asimilados por las plantas los principios fertilizantes, si bien siempre tendrán que dar los terrenos el gran trabajo de la nitrificación, pues sólo en forma de nitratos son acaparados los principios azoados.

El establecimiento de estas cámaras de transformación anaeróbicas es, por las razones expuestas, la primera obra de depuración qne comprende el procedimiento que nos ocupa, cuyas cámaras no son más que un primer elemento del proceder práctico para tratar la inmundicia, según los medios naturales.

De este primer elemento, y en la continuidad de su circulación, pasan las aguas al segundo elemento, que llamaríamos filtros, si no hubiésemos convenido al principio en suprimir esta denominación, que da idea de una función mecánima que para nada interviene en el proceso de la depuración. La llamada filtración intermitente no tiene otro objeto que poner las aguas en contacto con gérmenes oxidantes en cuanto á la palabra filtración, y la vivificación de estos gérmenes por descansos y contactos con el aire es el fin de la intermitencia. Una vez, pues, establecido que la división molecular que en las cámaras sépticas se verifica es debida á funciones anaeróbicas, el segundo elemento de la depuración no tiene otro objeto que hacer pasar estas aguas, así modificadas, á cámaras, depósitos ó terrenos que pudiéramos llamar artificiales, donde, dadas sus condiciones, sólo pueden vivir, reproducirse y actuar los gérmenes nitrificadores oxidantes, sin tener que resistir la concurrencia de los reductores, que en los terrenos naturales se encuentran juntos, y que en los aparatos artificiales de depuración que nos ocupan hemos visto que actúan separada y previamente en las cámaras anaeróbicas.

No hay para qué decir que estas diferentes funciones se han de llevar á cabo mucho más fácilmente por separado, que allí donde, como ocurre en los terrenos, existe la competencia y la lucha por la existencia de estos distintos seres, y los aniquila y los destruye; y disminuir el número de sus colonias ó debilitar sus energías, es dejar sin transformar gran cantidad de material orgánico.

Resulta, en resumen, de lo expuesto, que las aguas procedentes de la cámara anaeróbica, en la cual la materia sufre una verdadara disgregación molecular y escasas transformaciones químicas por simple afinidad siempre del género de las reducciones (toda vez que se operan á espalda del oxígeno), pasan á recintos construídos *ad hoc* para poder regenerar y vitalizar en ellos los seres aeróbicos ó nitrificadores. Estos son los que, amparándose de la molécula orgánica que se les brinda, rompen, pudiéramos decir, el equilibrio atómico de los cuatro elementos que constituyen á toda molécula orgánica, amparándose de una parte mayor ó menor del oxígeno, y una vez roto el lazo de unión por este proceso vital, disgregados y sueltos dichos cuatro elementos, la materia orgánica ha desaparecido; el oxígeno es tomado y devuelto á su vez por el agente nitrificador; al mezclarse con el carbono libre forma ácido carbónico; mezclándose con el hidrógeno forma agua, y á su vez el hidrógeno con el ázoe formará amoníaco, el cual, uniéndose con el oxígeno por acción de la bacteria, formará el ácido nítrico, que á su vez dará lugar, con las bases salinas del agua, á los nitratos salinos que han de servir de alimento á las plantas, constituyendo el primer paso de la materia inorgánica á la organizada de nuevo. Partes libres del carbono, que no se transformaron por oxidación en ácido carbónico, se unirán aparte del hidrógeno libre que no pudo convertirse en agua, y resultará el hidrógeno protocarbonatado, que se unirá á la atmósfera, ó á su vez se desdoblará; quedarán también en estado célibe partidas de hidrógeno que, como el gas anterior, se desprenderán de estas aguas, en los que, como vemos, sólo el nitrógeno, que es como la ceniza, pudiéramos decir, de los cuerpos organizados, representa por sus combinaciones de amoníaco el principio infectante, y éste, por acción aeróbica y verdaderamente providencial, se transforma en ácido nítrico, que, como quedo dicho, es la base fundamental de la vida de las plantas.

Se desprende de cuanto dejamos dicho que el proceder que hemos descrito es, como indicamos al principio, el perfeccionamiento científico del procedimiento llamado filtración artificial intermitente en el doble grado que señala su realización, con aguas desprovistas de toda materia sólida por la licuación que éstas sufren en las cámaras anaeróbicas, y en el hecho de desaparecer el concepto erróneo de filtración, y disponer, por tanto, las obras para sus funciones, no en el concepto mecánico de la filtración, sino en el concepto de la división y contacto con los gérmenes nitrificadores, el tiempo necesario á la oxidación, así como para el descanso y vivificación y cultivo de estos gérmenes entre dos períodos de acción, realizando las funciones de la Naturaleza en mejores condiciones prácticas que á ella le es dable hacer.

Como concepto abstracto, las aguas que resulten de este proceder han de ser completamente inorgánicas, lo cual está bastantemente reconocido y probado en los análisis hechos por los más respetados sabios ingleses, é implantado ya como sistema definitivo en importantes poblaciones inglesas eminentemente fabriles y manufactureras.

APLICACIÓN

La aplicación práctica de este procedimiento ha sido estudiada en Bilbao por el Ingeniero que tiene el honor de suscribir.

El objeto de la instalación es disponer de un caudal de aguas puras para utilizarlas en la alimentación de máquinas, tomándolas de las de alcantarilla. El procedimiento ha sido propuesto á este fin por el Ingeniero Director de aquellas obras de saneamiento, D. Recaredo de Uhagón, y, según sus manifestaciones, las obras estarán terminadas para fin de año.

La realización práctica del procedimiento que nos ocupa, en la forma en que hoy se plantea, no era suficientemente conocida en Bilbao al redactarse el proyecto de saneamiento general en 1893; ni aun en 1895, al comenzar las obras; ni más tarde, durante el período de ejecución de la mayor parte de las de impulsión al mar. Lo mismo ocurrió al redactar el proyecto de colectores para Sevilla y demás obras de impulsión en 1895. Después de esta fecha fué este procedimiento práctico sancionado en

su nueva forma de realización técnica, y comenzó la extensión de sus aplicaciones en Inglaterra con notabilísimo resultado.

Habiéndose planteado en Bilbao, al proyectar las máquinas de impulsión, el problema del encarecimiento del agua, fué propuesto en el proyecto de las mismas la utilización de las aguas de alcantarillas, una vez depuradas por el procedimiento que nos ocupa, y el que, de haber sido sancionado prácticamente en tiempo oportuno algunos años antes, hubiera seguramente sustituído á las obras de impulsión al mar que lleva realizadas la invicta Villa, primera capital de España que ha emprendido su saneamiento, y está en vías de terminarlo con arreglo á un plan completo. Así lo creemos, no sólo por manifestación y juicios cambiados sobre el resultado y conveniencias del procedimiento con el Ingeniero Director de aquellas obras, sino porque la razón justificativa de haber proyectado la impulsión de las aguas de alcantarilla de Bilbao al mar no fué otra que la insuficiencia práctica que por aquel entonces se encontraba para realizar la llamada filtración artificial intermitente. Claro es que, al redactar nuestro proyecto de colectores para Sevilla en 1895, nos encontramos en las mismas circunstancias agravadas, por no ser prácticamente posible llevar las aguas al mar con un recorrido de más de 86 kilómetros, y considerar no sólo inútil, sino contraproducente, proyectar obras con el objetivo de servir los intereses de una ciudad y dar á estas obras importancia económica superior á los recursos de la ciudad misma.

Los pozos Mouras, tanques, sépticos ó cámaras anaeróbicas, como quiera llamársele, según el concepto que con la denominación se pretende expresar, nos sirvieron de fundamento, juntamente con el estudio del caudal de aguas del Guadalquivir, para proyectar la finalidad del saneamiento general de Sevilla, en lo referente á nitrificación de sus aguas residuarias. Consistían estas obras en la instalación de cámaras Mouras complementarias de la red, y en la ejecución de dos colectores que, recogiendo las actuales servidumbres que sufre el río en su contacto con la ciudad, llevarían la evacuación de la alcantarilla á una sola boca situada agua abajo de Sevilla, próximamente á 2.500 metros por la margen del río.

Como vemos, estas obras complementarias consistían en la instalación de las cámaras Mouras, que darían á la evacuación de la red agua sin detritus sólidos en suspensión físicamente pura, y que, aunque orgánicas, se diluirían en el río más de 20 veces al mínimum, dando aguas potables en su combinación si las de río no tuvieran otras causas de infección. Bajo este punto de vista de la cuestión, si bien realizaban los colectores un buen servicio económico, unificando las instalaciones de máquinas y centralizando los servicios, al mismo tiempo qne, por el hecho de reunir las aguas en un solo punto, las colocaba en condiciones de ser explotadas comercialmente como aguas apropiadas á la utilización agrícola, resultaban obras que no eran esenciales, y aun puede decirse que eran innecesarias, si se las apreciaba en el concepto de la higiene; pues es claro que, desde el momento en que el río iba á recibir aguas que, aunque orgánicas, no van fermentadas, que carecerían de olor y materia alguna sólida en suspensión, desaparece hasta el inconveniente de la marea para transformarse en ventaja en cuanto aumenta la disolución; y desde el momento en que la disolución es la conveniente, es indiferente el lugar de la versión. Resulta de esto, que las obras de colectores, tal y como estaban concebidas, entrañaban una cuestión económica en los servicios y utilidades de la explotación de las aguas, más que una cuestión de higiene, que no modificaba la ejecución de esas obras por dar más ó menos distancia á la boca de evacuación.

Cuando el Ingeniero que suscribe dió cuenta al Consejo de Administración de la Compañía, que tiene el honor de representar, de los estudios hechos en Bilbao respecto de las obras de depuración que allí se hacían y que han quedado más atrás fundamentadas, recibió el encargo de redactar el proyecto para su aplicación á Sevilla; pues si bien resultaba que entre el anterior proyecto y el que daba el encargo de redactar no existía diferencia científica alguna, teniendo ambos igual fundamento ú origen en la licuación anaeróbica de la cámara Mouras, y que la nitrificación posterior que en el primero se confiaba al río era perfectamente realizable, con plena garantía de la higiene y sin inconveniente alguno á la calidad de sus aguas, no tenía inconveniente la Compañía en prescindir de ese gratuito servicio del río, haciendo las obras conducentes á la nitrificación que el segundo proyecto entrañaba, desde el momento en que se reconocían como sancionados prácticamente medios técnicos de realizar ese servicio sin manipulaciones ni estancos de materia, y en forma, en fin, que no entrañaba perjuicio para la salud pública, ni el abandono caprichoso é injustificado de los higiénicos servicios del río. La Compañía, al proceder así, proyectando la nitrificación con obras propias, no hace otra cosa ni persigue otro fin que el de recabar su independencia, desligándose de las relaciones que la utilización del río como medio nitrificador entrañaba, y que estaba obligada á tener con los diversos intereses que en el río existen.

Esta independencia, recabada sin perjuicio para la salud pública, es plausible, y á ese fin se dirige, y en él se motiva el proyecto que nos ocupa.

De cuanto queda expuesto resulta que el propósito de la Compañía es realizar las obras conducentes para prescindir de la servidumbre del río Guadalquivir, quedando independiente del mismo, y que á estos fines, con arreglo á la combinación más perfeccionada de obras de depuración, se proyecta ejecutar un conjunto constitutivo de una sola unidad, centralizando el servicio al final de los conductos de impulsión, de tal suerte, que las aguas recibidas allí en su estado original de desecho, se evacuen, después de su paso por las obras, completamente purificadas, sin otro auxilio ni recurso que el de ese conjunto de obras; y es claro que este conjunto de obras ejecutadas al mismo tiempo que las de la red, como es el propósito de la Compañía, constituyen desde luego su verdadero complemento; y estas obras sustituyen las cámaras Mouras, que debían complementar y seguir la evacuación de la red, según el anterior plan, cuya finalidad era la nitrificación permanente por el río. En tal concepto, la aprobación de las obras quecomprende este proyecto representa forzosamente, no sólo la supresión de las referidas cámaras Mouras, sino que también representa la limitación del tiempo en que ha de utilizarse aún la servidumbre que, de tiempo inmemorial, sufre el río Guadalquivir de las aguas y materias residuarias de Sevilla, de que quedará liberado totalmente á la terminación de las obras que se aprueban; y por tanto, si bien subsistirá en igual forma al servicio de la evacuación de la red durante el período de ejecución, sólo será esto hasta el momento en que, avanzando el colector, vaya recogiendo los desagües que se hayan utilizado hasta ese momento, con arreglo al derecho y práctica inmemorial establecidos, y que, abandonado en tal momento, nunca se utilizará por la Compañía para la totalidad de la red, sino para la parte correspondiente hasta el momento del enlace en las obras simultaneadas de red y colectores.

El proyecto de que tratamos realiza, por consecuencia, el complemento de la red interior, y en su conjunto ambas obras realizan el saneamiento general de Sevilla, sin otro recurso que el de las propias obras y mediante un plan científicamente determinado en su totalidad y en el orden convergente de su ejecución.

Expuestas estas consideraciones, y las que le han precedido, respecto al concepto higiénico del procedimiento de depuración que nos viene ocupando, vamos á describir las obras que ha de realizar el pensamiento.

DISPOSICIÓN DE LAS OBRAS DE DEPURACIÓN

La disposición de las obras es la adoptada en Exeter. Allí hemos enviado los datos de la cuestión en Sevilla, lo mismo de capacidad total como de condiciones de afluencia, y la exposi-

ɔn que vamos á hacer es la correspondiente á los antecedens prácticos y experimentales de allí enviados, aunque claro que, al tratar aquí la cuestión, lo hacemos con el criterio ırsonal que nos merece.

Constan las obras en conjunto de dos grandes obras. Las cáaras anaeróbicas, que tienen una superficie de 10,500 metros ıadrados, y las cámaras aeróbicas, que miden 28,800.

Como obras auxiliares del servicio de ambas cámaras se cuen- n las cámaras de arena situadas antes de las anaeróbicas, y las ɔ contador y aireación situadas al paso de éstas á las aeró- cas.

CÁMARAS DE ARENA

Las cámaras de arena son tres, de 2,50 de ancho por 6,00 de ırgo y 1,00 de profundidad del agua á su paso. Reciben directa- ıente las aguas del conducto de impulsión y la dan por reboso un canal, desde el cual se hace el ingreso á las cámaras anae- óbicas. El objeto de las cámaras de arena es recoger la decan- ación de los detritus minerales más pesados arrastrados por las ıguas.

Toman el agua lateralmente en el canal de descarga del con- ucto de impulsión, dando á las entradas y salidas capacidad ;rande para obtener lentitud en la circulación, pero siempre siendo nás grande la entrada que la salida, pues de este modo se obtiene ıempre cierta presión al entrar en la cámara de arena, que sirve ɔara removerla y limpiarla, levantando las partículas orgánicas ɩue hubieran sedimentado con la arena. De este modo todo el lepósito es mineral y muy limpio, no formando fango alguno. Después de remover las aguas, el fondo de la cámara de arena, al abrirse paso estrechándose por la salida, se establece el rógi- men y evacua gradual y suavemente al canal que las conduce al ingreso en las cámaras anaeróbicas.

CÁMARAS ANAERÓBICAS

El conjunto de estas cámaras se compone de seis compartimientos de 150 metros de largo por 10 de ancho cada uno, en dimensiones útiles, disponiéndose las entradas y salidas para mantener 2,50 de profundidad constante de agua. (En realidad la profundidad varía de un extremo á otro por la pendiente de 0,20 que se da longitudinalmente á la solera.) La capacidad de agua mide 22,500 metros cúbicos, que es la aportación total de las veinticuatro horas.

El sistema general de ejecución es el ordinario en esta clase de obras, y está dispuesto con las dimensiones prácticas corrientes, cubriendo con arcos de 3,05 de luz, sobre pilares que sirvan de asiento á tres cañones longitudinales de iguales luz, que se voltean sobre las líneas de pilares, apoyando las laterales sobre los muros de recinto. Cada cámara lleva en su parte superior seis registros de acceso, que permanecerán herméticamente cerrados, salvo en los momentos de su uso. El ingreso de las aguas en las cámaras se hace por un canal que corre á lo largo de todo el frente menor, dando tres entradas á cada cámara en la disposición que indican los planos, ó sea con cierres hidráulicos que imposibilitan el acceso del aire al interior de las cámaras. Estas entradas pueden, además, cerrarse por válvulas independientes unas de otras.

Las salidas son, á su vez, tres para cada cámara. Los tubos correspondientes están unidos en el interior por otro tubo horizontal con una abertura longitudinal en la arista inferior. Este tubo está situado á 1,15 por bajo del nivel del agua en las cámaras.

El conjunto de estas disposiciones concurre á realizar, para la circulación de las aguas en esta construcción, el principio fundamental de que la Naturaleza, sin ayuda, trate, como ha tratado y tratará, la inmundicia, no estando oprimidas sus fuerzas.

Se obtiene en esta cámara carencia absoluta de luz y de aire, á cuyo fin tienden la disposición general de las obras y los cierres hidráulicos en que se disponen las entradas y salidas de agua.

Lo numeroso de las entradas á lo largo del canal de ingreso que separa la cámara de arena, y la forma alargada de los compartimientos de los anaeróbicos, concurren á obtener una gran suavidad de la entrada de agua y un largo recorrido antes de llegar á la salida. La disposición de la salida concurre al mismo fin, dando una extensa lentitud y suavidad á la toma de aguas, fijándolo, además, en la capa de agua que, con arreglo á las diversas densidades, corresponde á la inmundicia, ya completamente trabajada por los gérmenes. La disposición de la cámara se ajusta, como vemos, á la acción y cultivo de los gérmenes anaeróbicos que en el interior de la tierra tienen el papel de partidores, disgregando molecularmente las partículas orgánicas.

Observando por un registro de cristal la circulación de la inmundicia en estas cámaras, se ve que toda la superficie del agua está completamente cubierta por una nata morena con el aspecto de un pellejo grueso, con un espesor por bajo de materia floculenta de 8 á 10 centímetros.

Aunque la mayor parte de los sólidos ocupan esa capa superior, hay una capa de pequeño espesor hacia el fondo de la cámara. Esta capa corresponde á un período de la transformación, y se observa que de la superior á ella se establece una circulación que va terminando en la disolución que da una gruesa capa de agua clara á la altura á que corresponde la toma de agua de que ya nos hemos ocupado.

La circulación de una á otra capa se hace por burbujas que ascienden á la superior, estallan allí y descienden de nuevo, para volver á ser presa de los microorganismos y trabajadas de nuevo, hasta que en esta circulación queda hecha la disolución y disgregación molecular.

Estas observaciones, descritas sucintamente con arreglo á los cuidadosos datos de la práctica recogidos en Exeter, han sido comprobadas en Sevilla por nosotros con resultados completo, obteniéndose á la salida de las cámaras aguas transparentes, sin olor á la distancia normal, ni emanación alguna, aunque son aguas orgánicas en las condiciones expresadas.

Según los análisis hechos por Parkins en Exeter, los resultados son los siguientes, dados en partes por 100.000:

	Aguas residuarias sin modificación.	Agua de la cámara anaeróbica.
Temperatura	50° F.	51° F.
Alcalinatos	35-5	25-0
Amoniaco libre	5-8	2-2
Amoniaco albuminoide	0-95	0-35
Nitrógeno orgánico	1-65	0-53
Oxígeno absorbido en cuatro horas.	3-21	1-454
Clorina	8-6	6-2
Nitrato y nitrónito	—	Ligeros rastros.
Total sólido	60-0	46-0

Las aguas fluentes de la cámara anaeróbica contienen lo importante en materia de abono, en forma que puede fácilmente asimilarse por las plantas, mientras que la ausencia de materia en suspensión y el trabajo ya hecho de disgregación molecular y licuación, hace menor el trabajo necesario á las tierras.

Aparte de la cuestión tratada, hay que tener presente la eventualidad de que, á pesar de la disposición adoptada de las cámaras de arena, pueda ser arrastrado algún detritus mineral á las cámaras anaeróbicas; detritus que, dado el estado de reposo de las aguas en estas cámaras, se depositará juntamente con

el residuo insoluble de la materia orgánica en el fondo de las cámaras.

No obstante lo exiguo de estos residuos, se ha previsto en la composición de la obra la manera práctica de evacuarlos, debiendo, sin embargo, tenerse presente que las cámaras de Exeter pasan más de tres años sin notar esos depósitos ni señalar la necesidad de mudarlos; por tanto, no se crea que el depósito en las cámaras propuestas necesitará ser retirado, excepto á grandes intervalos.

Para que esto pueda hacerse cuando sea necesario sin vaciar el contenido líquido, de las cámaras, se proyecta la solera, como indican los planos, con una pendiente longitudinal de 2 por 100, y á la extremidad hay una cuneta transversal, á lo largo de cuyo fondo hay tendido un tubo de 0,15 con abertura longitudinal en la arista superior. De este conducto se hace una toma de agua que comunica con uno de los dos pozos que hay en el frente, y que tiene su solera al nivel correspondiente. El otro pozo tiene su solera al nivel del canal de salida ordinaria de la cámara, y está en comunicación con él, al mismo tiempo que con el pozo primero. Abriendo la válvula que comunica con este pozo el fondo de la cámara, es arrastrado el depósito de la extremidad, y al mismo tiempo que á las aguas se les da salida por la comunicación superior con el segundo pozo y el canal ordinario, sedimentan los detritus en el primero, de donde se extraen. Más adelante nos ocuparemos de las tres válvulas y demás aparatos mecánicos que se instalan en estas obras.

Volviendo á la evacuación del servicio ordinario de la cámara anaeróbica. Los conductos de salida desembocan en un canal que recorre el frente correspondiente. Al final de este canal hay un contador para medir el agua que pasa, y todavía antes del ingreso en el canal de entrada de las cámaras aeróbicas hay, en la forma que indican los planos, una canal en forma de V de tres metros de longitud, que es la que recibe las aguas y las vierte en láminas delgadas á dos medios tubos inferiores. El aire pasa á ambos lados de estas láminas y las airea perfectamente.

Es un hecho evidenciado y notable que el efluente séptico, al pasar por esta artesa, oxigenándose, acentúa su transparencia y pierde por completo el ligero olor que, aspirándola, tenía al salir de la cámara anaeróbica.

CÁMARAS AERÓBICAS

Las cámaras aeróbicas son 32, teniendo cada una una sección cuadrada de 28 metros de lado.

El conjunto es un recinto rectangular de hormigón, con una solera, cuadriculado por muros divisorios de igual material en los 32 compartimientos que constituyen las cámaras. Cada una de éstas tiene 1,25 de profundidad, y está rellena en Exeter con escoria de fundición triturada, para pasar por una criba de un centímetro y libre de polvo; pero puede utilizarse el cok, y en general las materias minerales porosas.

El canal distribuidor de las aguas en las cámaras está trazado en este proyecto por el diámetro central paralelo á la mayor longitud del rectángulo de recinto.

Este canal deja á cada lado 16 cámaras. De estas 16 cámaras, cada 4 constituyen un grupo con un centro común distribuidor de las aguas sépticas, y evacuador á la vez de las aguas nitrificadas. A estos centros van los canales secundarios que derivan del canal principal. Esta es la disposición del conjunto que se observa en los planos generales.

En cuanto al detalle, es como sigue:

El canal principal distribuidor del conjunto de las cámaras, cuya posición queda descrita, es descubierto y de sección trapezoidal, de 0,60 de ancho en la base inferior, 1,00 en la superior y 1,80 de alto.

Los ramales secundarios que se derivan á ambos lados y conducen las aguas á cada uno de los ocho centros distribuidores, que, como hemos dicho, sirven agrupaciones de cuatro cámaras, son conductos cerrados que toman las aguas de la parte inferior del canal principal. Estas derivaciones se hacen en un una cámara de 7,00 de largo y 1,00 de ancho, y la comunicación se puede interrumpir y regular por compuertas.

Llegan las aguas así conducidas al centro distribuidor de cada cuatro cámaras. En este centro hay cuatro pozos distribuidores ó recintos cilíndricos, que sirven uno para cada cámara. En estos recintos entran las aguas por su parte inferior y ascienden á la altura del nivel superior del canal principal, de donde provienen.

En la parte superior del mismo macizo, donde está el conducto cerrado á canal secundario que ha quedado definido, van colocados, paralelamente á dicho conducto, dos canales descubiertos que conducen las aguas en sentido contrario.

Al ascender las aguas en los pozos distribuidores de cada cámara, entran por estos canales y hacen el recorrido de ellos, dándoles durante él ingreso lateral á derivaciones de cuarto orden que están colocadas sobre el cok ó escoria que llena las cámaras. Estas derivaciones de cuarto orden son medios tubos de 0,20 centímetros de diámetro, de los que, á su vez, parten otros más pequeños, que son derivaciones de quinto orden, como indican los planos; de suerte que el agua va dividiéndose y ocupando las cámaras como si fuera colocada suavemente sobre la superficie de las mismas, y realiza el período de llena con un lento descenso al fondo.

En este fondo hay establecida otra red de tubos colectores que, en sentido inverso, recogen, coleccionando gradualmente, las aguas que llenan la cámara hasta un conducto secundario que va al centro distribuidor, y de allí toman el canal principal de evacuación, que es uno para cada cuatro cámaras. Las aguas de este conducto entran todas en una cuneta que rodea el conjunto de las cámaras, y de allí parten á su circulación natural, que definiremos en lugar más adelantado de esta Memoria.

Queda descrita la circulación general de las aguas desde el ingreso á la salida de las cámaras anaeróbicas.

La circulación en servicio no es libre; está sujeta á la intervención inteligente del hombre, á fin de que las aguas queden bajo la acción nitrificadora el tiempo necesario, y las cámaras alternen y estén en descanso el tiempo á su vez conveniente á la reposición y vivificación de los gérmenes aeróbicos. Ya hemos consignado que las aguas pasan á estas cámaras, previamente cubicadas, en un contador á la salida de las anaeróbicas.

Bajo el punto de vista práctico, tanto este contador como las válvulas á que ya nos hemos referido para entrada, salida y limpia, ocupándonos de las cámaras sépticas; y por último, el conjunto de aparatos que en los centros distribuidores de estas cámaras anaeróbicas se establece para regular la admisión y salida de las aguas, forma parte de la patente de los Sres. Cameron Commin y Martín, de Exeter.

Claro está que á los efectos del servicio de dichos aparatos pueden utilizarse la patente Cameron ú otros que, por conexiones diferentes, realicen el mismo objetivo que dejamos descrito al ocuparnos del régimen y funcionamiento de la circulación de las aguas en las cámaras; pero los que vamos á describir son los implantados en Exeter y sancionados por la práctica en la regularidad de su servicio. Estos son también los que han de utilizarse en Bilbao.

Los aparatos funcionan automáticamente, y al mismo tiempo que así aseguran la puntualidad del servicio, pueden intervenirse para modificar su plan de distribución, admisión y descarga, con arreglo al volumen de efluente, determinando el número de cámaras en funciones, é interviniendo en sus tiempos de servicio y descanso.

Llegan las aguas al centro de distribución, que, como dijimos, sirve cada cuatro cámaras. En este centro, como queda dicho también, hay cuatro pozos distribuidores, uno para el servicio de cada cámara, cuyos pozos están en comunicación con el canal de distribución del ingreso del agua en ellas.

Hay, además de estos pozos, otros cuatro: uno adyacente á

do uno y afecto al servicio de la misma cámara. Estos los llaremos pozos colectores, y por su parte inferior comunican n el conducto colector secundario que hay en el fondo de cada a, como más atrás quedó dicho. Naturalmente, á medida que agua desciende al fondo de una cámara, asciende en el pozo lector correspondiente, tomando su nivel.

De las 32 cámaras, sólo 28 deben funcionar de ordinario; las atro sobrantes se destinan á un descanso prolongado de una mana, en el que van sucesivamente sustituyéndose cada cua-, teniendo periódicamente ese tiempo de cultivo, además del scanso ordinario en servicio normal, que es igual al período acción.

Con este método de trabajo, la acción nitrificadora se conrva indefinidamente, al mismo tiempo que la limpieza inicial la materia porosa que llena las cámaras.

El período de descanso semanal se obtiene cerrando el paso agua en el origen del conducto de distribución secundario.

El período de descanso ordinario, igual al de acción, se obne en cada grupo de cámara, teniendo una llena siempre, otra cía, otra llenándose y otra vaciándose. El tiempo de acción es, dinariamente, de dos horas, y lo mismo el de descanso.

El período de llena es, á su vez, igual, y también el de vado, si bien este último tiene lugar, según la ley parabólica, saguando rápidamente al principio y muy lentamente al final, la llena es uniforme en su progreso.

Claro es que, como se dispone de la cantidad de agua que inesa por el conducto secundario distribuidor, en su enlace con principal, el plazo de dos horas fijado puede prácticamente tablecerse á voluntad para el ciclo de estas funciones, según observación á que dá lugar cada aplicación.

En los aparatos Cameron la acción se transmite por el nivel l agua en los pozos colectores; nivel que se establece con la tura del agua en la cámara, y que, por consiguiente, es el que dica el momento de llena.

Este nivel de llena, una vez alcanzado, actúa en los aparas por su derrame de aliviadero, determinando la apertura y erre simultáneo de válvulas de admisión, de distribución y de scarga, haciendo automáticamente que cada cámara entre en l período de llena y vaciado manteniendo la sucesión del ciclo trabajo con una cámara llena, otra vacía, otra llenándose y ra vaciándose.

Un brazo de palanca, con su centro entre los pozos colectores las cámaras 1.ª y 2.ª, tiene articulada á cada extremo una valla, que desciende en cada pozo y actúa sus válvulas de descara moviéndolas inversamente en cada cámara.

Este brazo de palanca es fijo á su eje, y este eje se prolonga ntre los pozos distribuidores, donde, á su vez, otro brazo de paanca actúa varillas que rigen las válvulas de distribución que stán arriba en sentido inverso; se prolonga después el eje derás de los pozos de distribución, y se le une un aparejo trianular, uno de aquellos vértices está fijo en dicho eje, teniendo ada uno de los otros dos unida una cubeta; A en el uno, y B en l otro, que queda en unos pequeños rebajos que hay detrás de os pozos.

Para las cámaras 3.ª y 4.ª hay igual disposición, del todo inlependiente de la anterior.

En relación con estas cubetas están los conductos aliviaderos de los pozos colectores de las cámaras 1.ª, 2.ª, 3.ª y 4.ª

El aliviadero de llena del pozo colector de la cámara 4.ª derrama en la cubeta A de la palanca de las cámaras 1.ª y 2.ª

El aliviadero del pozo colector de la cámara 3.ª derrama en a cubeta B, opuesta á la cubeta A, en el brazo de palanca de las cámaras 1.ª y 2.ª Igual enlace se establece para los derrames de os pozos colectores de las cámaras 1.ª y 2.ª respecto de las cubetas C y D del brazo de palanca de las 3.ª y 4.ª

Hemos visto que las válvulas de distribución y descarga se combinan en cámaras adyacentes 1-2 y 3-4. Las válvulas de admisión se combinan conjugando los movimientos de las cubetas A y B, con la admisión en 3-4, y las cubetas C-D con la de 1-2; de este modo, si bien en la distribución hay siempre dos válvulas abiertas, siempre también corresponde á una de éstas la admisión cerrada; de suerte que las aguas no tienen acceso libre más que á una cámara. El brazo de palanca correspondiente se coloca á continuación de los otros, y actúa en igual forma por varillas verticales, á cuyo fin se cruzan los conductos de admisión en 1 y 3, de igual modo que los conductos de derrame sobre las cubetas A B.

Para comenzar á marchar se desequilibran las cubetas de cada brazo, echando agua en la A y en la D.

En esta disposición existen vacías las cuatro cámaras, estando cerradas las válvulas de descarga de las cámaras 1-4, y abiertas la de distribución de las mismas, y la inversa en las cámaras 2-3; y en cuanto á las de admisión, están abiertas las de 1 y las de 3, y claro es que comenzará á llenarse la cámara 1, única que tiene su circulación de entrada libre.

Empieza el primer período.

Una vez lleno su pozo colector, aliviará sobre la cubeta C, que, al llenarse, caerá levantando D. En este momento se cierra la válvula de descarga de 3 y la de distribución de 4. Al mismo tiempo se habrá cerrado la admisión de 1 y abierto la de 4, comenzando á llenarse la cámara 3, que tiene libre circulación de entrada.

Segundo período.

Cuando 3 está lleno, su pozo colector alivia en la cubeta B, que desciende cerrando la válvula de descarga y abriendo la de distribución, al mismo tiempo que hace lo contrario en 1, que se descarga. Al mismo tiempo se abre la admisión en 2, que empieza á llenarse, y se cierra la admisión en 3.

Cuando 2 está lleno, derrama su pozo colector sobre la cubeta D, que desciende cerrando su válvula de descarga y abriendo la de distribución, al mismo tiempo que sucede lo contrario en 3, que se descarga. Se cierra la admisión en 2 y se abre en 1, comenzando á llenarse la cámara 4, que es la única que tiene acceso libre. De aquí se vuelve al primer período, en que queda lleno 4, vaciándose 2, vacío 3 y llenándose 1.

Resulta de lo sucintamente expuesto, que la circulación de las aguas en las cámaras es completamente automática, y que la conservación y explotación del servicio no exige otras manipulaciones que las que inteligentemente se hagan para regular el flujo de entrada del efluente séptico, el engrasado del mecanismo y el trabajo de aflojar la superficie de las cámaras á largos intervalos cuando se hayan apretado.

En cuanto á las dimensiones de la obra, resulta lo siguiente: Cada cámara tiene 1,125 metros cúbicos de capacidad ocupada por la escoria, y próximamente 281 metros cúbicos de vacíos. Como de las 28 cámaras que hacen el servicio ordinario, sólo 7 están en período de llena, resulta que el efluente séptico que venga de los tanques ha de ser, cuando más, de 1,967 metros cúbicos cada dos horas, para que este tiempo sea el período de trabajo y llena de las cámaras; y como el gasto medio por segundo es de 255 litros, lo que equivale en dos horas á 1,836 metros, resulta la capacidad de las cámaras apropiada al servicio, según las dimensiones que nos han sido remitidas de Exeter; pero creemos que el momento de la ejecución debe prácticamente deducirse el volumen de vacíos de la escoria y ampliar con arreglo á ello, si fuese necesario, las dimensiones de las cámaras ó el número de grupos, si bien creemos que no será necesario esto más que como comprobación del volumen de vacíos de las escorias, no en concepto de ampliación del plazo práctico de trabajo fijado desde Exeter en dos horas, porque para las aguas de Sevilla resulta todo lo amplio que es natural á la inmensa diferencia que media entre sus aguas y las eminentemente febriles de las poblaciones inglesas.

En cuanto al movimiento de máxima afluencia de los conductos de impulsión, que, como quedó consignado, dan 510 litros por segundo, doble del medio antes considerado, tiene una duración de cinco horas, y claro es que en este tiempo la capacidad

de las cámaras es pequeña; pues, duplicándo el efluente, se reduce á la mitad, ó sea á una hora el plazo de trabajo.

Pero para considerar esta cuestión, es necesario tener en cuenta sus términos de relación, y al hacerlo así se presenta como primer factor el hecho de que el aumento de volumen efluente no significa duplicidad en la inmundicia que contenga la unidad, ni tampoco mantención del índice que corresponde al caudal efluente medio, sino que significa precisamente la reducción de este índice á la mitad, por diluirse en el doble caudal de agua que se supone consumida, y que son las que motivan el aumento en el volumen efluente.

Claro está, sin embargo, que este factor no ha de tenerse en cuenta tal y como se presenta á la salida de los conductos de impulsión, sino á la salida de las cámaras sépticas ó anaeróbicas, y cambia su apreciación de concepto en cuanto las aguas que ingresan en las dichas cámaras no son las que salen. La capa séptica donde se coloca prácticamente la admisión de efluente es claro que se encuentra en su máxima potencia, después del período de mínimo ingreso, y, por consiguiente, de mínima efluencia, y es claro que la máxima aportación que la sigue es la que toma aguas con el índice séptico más favorable. La efluencia media encuentra ya consumida la mejor porción de la capa séptica y da un índice menor que responde bien á la necesidad de que el plazo de trabajo de las cámaras nitrificadoras ó aeróbicas de la efluencia media sea doble del correspondiente á la máxima, ó mejor dicho, la mitad para la efluencia máxima que para la media, puesto que este es el término de comparación.

Resulta, por consecnencia, que en el concepto que nos ocupa no altera las condiciones de actividad de las cámaras nitrificadoras el hecho de funcionar por periodos de una hora durante las cinco de máxima efluencia.

Este es el caso práctico sancionado en las poblaciones inglesas; pero claro es que puede calcularse la cámara anaeróbica con mayores dimensiones, como si fuera la efluencia máxima la media; y claro es que, dando así á la efluencia séptica media el mejor índice relativo anterior, se puede reducir el plazo de trabajo de las cámaras nitrificadoras á la mitad, reduciendo, por tanto, su capacidad en igual forma que se aumentan las de las sépticas, pero esto no es práctico, pues para el procedimiento que nos ocupa sólo se pretende, y es esencial en las cámaras sépticas; su trabajo de licuación y clarificación, siendo secundario todo concepto extremo que pase más allá.

Volviendo á la cuestión anterior, se ve en el gráfico de efluencia ya citado que bajo la línea media, y entre ésta y la mínima, hay una gran capacidad que indica los grupos de cámaras que estarán sin funcionar durante el período medio, y que, por consiguiente, ha de recoger la efluencia máxima antes de abreviar los períodos de trabajo. Se establecerá, por lo tanto, esta abreviación de una manera gradual, y tendrá un período normal menor que el tiempo de efluencia máximo, así como un período gradual de acceso al normal.

Por último, debe tenerse en cuenta que hoy no tiene Sevilla los 22.000 metros cúbicos de abastecimiento diario que les suponemos, y además que la ley de efluencia supuesta es exagerada en cuanto á la duración y cuantía de su máximo, como ya dijimos, consideraciones que exageran las dimensiones dadas á las cámaras nitrificadoras, y que hemos aceptado en virtud de cuanto queda expuesto como completamente suficientes y amplias, con tanto mayor motivo cuanto que, si suponemos que en el porvenir fueran pequeñas, no hay necesidad de alterarlas; basta establecer al final del canal principal distribuidor una pequeña cámara depósito, cuyas dimensiones se deducirían prácticamente en su día, en cuya cámara se acumulará el efluente séptico sobrante, para que el período de trabajo en la máxima efluencia fuera más amplio de una hora y quedase ampliado á donde fuese necesario.

En cuanto á la disposición práctica de las obras, en relación con el fin de las mismas, se deduce de cuanto queda expuesto que ha sido atendido ese fin con no menos cuidado que el tenido, y ya hecho constar, al tratar de la disposición de las cámaras sépticas; pues en efecto, desde la artesa ventiladora que oxigena las aguas cambiando de frente las condiciones vitales anaeróbicas con que sale el afluente séptico de sus cámaras para ingresar en las nitrificadoras, todas las disposiciones conducen al cultivo de los gérmenes aeróbicos ó nitrificadores, dándole aire, luz y calor; así como tienden á dividir las aguas multiplicando el campo de su acción y á dar á ésta el carácter intermitente que procede para la conveniente mantención de las energías vitales de las colonias. Por tales motivos se fundamenta la cuidadosa distribución, que se hace dividiendo las aguas para colocarlas sobre la materia porosa, que rellena las cámaras, la elección de este material poroso y la disposición de los tubos colectores, dirigidos al mismo objetivo que los distribuidores por procedimiento inverso; y, por último, la división en general de las obras en cámaras independientes, así como la agrupación de cada cuatro y los aparatos automáticos de los centros distribuidores, realizan de una manera regular el concepto de la acción intermitente y multiplicación de las colonias.

(*Se continuará.*)

Este análisis puede considerarse, y lo ha sido, en tres conceptos.

Son estos tres conceptos de carácter relativo y se refieren á las bases sustentadas por la Comisión inglesa para el saneamiento de los ríos, á las condiciones de las aguas libres después de la depuración por utilización agrícola, y, por último, á la condición antiséptica que tienen las aguas nitrificadas en las cámaras y á los efectos que en tal concepto ejercen mezclándolas con aguas pútridas.

En el primer aspecto, considerando las bases sentadas por la Comisión inglesa de saneamiento de los ríos, se relacionan con las cifras del anterior análisis en lo referente al nitrógeno orgánico, que, siendo en dicho análisis igual á 0,14 en parte por 100.000, es la mitad de 0,30 que fija la Comisión para que, en lo referente al nitrógeno orgánico, pudieran entenderse las aguas libremente autorizadas á verter en las corrientes públicas independientemente de su caudal y condiciones. Los demás elementos que la ley de saneamiento dosifica en sus prescripciones no se encuentran en las aguas nitrificadas que nos ocupan, salvo los alcalinatos que quedan en el análisis, también cinco veces por bajo de lo prescrito en la ley, donde se establece que no excederán aquéllas de los que se obtendrían, agregando una parte en peso de sosa cáustica en 1.000 partes de agua destilada.

Y respecto al cloro, que la ley inglesa limita para poder polucionar *aguas impuras* á aguas corrientes en proporciones que no excedan de una parte por 100.000, después de haber sido tratada la muestra por el ácido sulfúrico, debemos manifestar que dicha ley toma como *Standard* el cloro para juzgar del grado de impureza en *aguas impuras*; pero que, una vez terminada y completa la purificación, ó sea una vez desaparecida toda la materia orgánica, el cloro, que para nada actúa en el proceso de la nitrificación, queda en las aguas disuelto en idénticas proporciones, resultando, como puede verse por el siguiente análisis, aguas puras nada orgánicas y que contienen igual cantidad de cloro como tienen las impuras de que proceden.

El concepto de la ley es exclusivo para admitir aguas *probadamente impuras*, ó, más terminantemente, el cloro en sí nada significa cuando se trata de aguas ya nitrificadas como las que estamos considerando.

El segundo concepto comparativo demuestra, según los análisis de Drespé, fundamentados en el oxígeno absorbido y hecho en las célebres granjas de Croydon, que el grado de purificación de las aguas nitrificadas que salen de las cámaras aeróbicas era muy superior al obtenido por un bien dispuesto terreno en utilización agrícola; añadiendo que la peor evacuación de Exeter era siempre, cuando menos, igual á la mejor de las granjas de Croydon, que tiene uno de los mejores terrenos del Reino Unido. Mr. Mours, Inspector de Sanidad de Londres, manifiesta que las aguas nitrificadas por el procedimiento que nos ocupa realizan un gran adelanto sobre la depuración por irrigación.

En cuanto al concepto de nitrificadas que las aguas tienen por su total de nitratos y nitritos, demuestra que la purificación es un hecho juntamente con el oxígeno disuelto que dosifica el análisis, que es una garantía de que el momento de posible putrefacción ha pasado.

Esto se comprueba por el hecho de que las aguas analizadas no inmediatamente después de su salida de la cámara, como son las del anterior análisis, sino después de algunas horas de evacuadas, resultan aumentadas en su dosis de nitratos y nitritos, habiendo desaparecido el amoniaco albuminoide.

En cuanto á la dosificación de sólidos, claro es que no hay ninguno en las aguas, y que dosifican sólo en concepto de anterior existencia durante el proceso de las transformaciones.

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(CONTINUACIÓN)

Hemos manifestado ya en otro lugar de esta Memoria que los límites propios á que debíamos concretarla no permitían tratar la cuestión de la nitrificación de las aguas tomándolas científicamente desde su principio, puesto que sentábamos como fundamento el hecho práctico que respondía á considerar la filtración artificial intermitente como el procedimiento de depuración reconocido como mejor hasta el día, y que sólo se trataba en este proyecto de rectificar su denominación poco apropiada á su fundamento científico, al mismo tiempo que se proponían nuevos procedimientos técnicos de realización que constituían verdadero progreso.

Después de cuanto queda expuesto, nos encontramos al final de la cuestión que vamos á terminar brevemente con algunas consideraciones expositivas del concepto de las aguas á la salida de las cámaras nitrificadoras y en condiciones de darles la libre circulación de las aguas naturales.

Ya quedó antes inserto el análisis de las aguas sépticas á la salida de las cámaras anaeróbicas y la aparición que de ese efluente debe hacerse.

Aquellas muestras fueron tomadas en 13 de Abril de 1896.

A continuación insertamos, dado en partes por 100.000, el análisis de las aguas nitrificadas que el mismo día y hora daban las cámaras anaeróbicas:

Alcalinatos	21,400
Amoniaco libre	0,500
Amoniaco albuminoide	0,100
Nitrógeno orgánico	0,140
Oxígeno absorbido en 4 horas	0,324
Clorino	6,400
Nitrógeno en nitratos	0,544
Total de sólidos	64

SUMARIO de los análisis de la instalación de Belle-Isle, en granos por galión.

ABRIL Y JUNIO DE 1897	Oxígeno absorbido por el permanganato en 24 horas.	Armonías		Cloro.	Nitrógeno.		Sólidos en suspensión.			Sólidos disueltos.		
		Libre.	Albuminoide.		Nitritos.	Nitratos.	TOTAL	Mineral.	Orgánico.	TOTAL	Mineral.	Orgánico.
Aguas sucias primitivas: averiguación de 12 muestras	2,028	3,778	0,212	5,0	—	—	24,5	10,0	14,5	29,9	14,0	15,9
Efluente de la cámara séptica: averiguación de 13 muestras	1,405	2,763	0,175	5,1	—	—	10,8	3,5	7,8	30,7	16,1	14,6
Purificación por 100	30,8	26,9	17,5									
Aguas nitrificadas en la cámara aeróbica: averiguación de 19 muestras	0,388	1,705	0,078	5,3	0,253	0,353				44,5	20,3	24,2
Purificación respecto del efluente séptico por 100	72,4	33,3	55,5									
Idem id. de las aguas sucias primitivas por 100	80,9	54,9	63,2									

UTILIZACIÓN ASÉPTICA Y AGRÍCOLA

El efecto de las aguas nitrificadas de Yeovil por el proceder que nos ocupa, fué, al arrojarlas en el Yeo, paralizar la putrefacción de este arroyo. El mismo efecto se observó en el Exe al recibir las de Exeter.

Esto se explica fácilmente, pues sabido es que la infección de las aguas se debe á la dificultad ó imposibilidad de nitrificar las materias putrescibles cuando, faltas de elemento oxigenado y de número de bacterias, se llega á un exceso de concentración del material orgánico; y si en estas condiciones se mezclan á dichas aguas las asépticas y puras del efluente aeróbico, dicho se está que, restableciéndose ó activándose el proceso nitrificador, queda suspendido el proceso infecto de la putrefacción; y es claro, y no es de extrañar, que se restablezca el proceso depurador llevado á cabo con aguas tan nítricas y puras, y que esto suceda mucho más activamente que si se procurase con aguas ordinarias de los ríos.

El resultado del saneamiento es, pues, natural que haya sido mucho más efectivo tratando la corriente infecta por un grado de dilución en estas aguas asépticas, que procediendo inversamente por disminución de igual grado de concentración, retirando inmundicias de las aguas infectas propias del Yeo.

Por lo demás, el fundamento científico de este resultado es claro que no es otro que el que se deriva del hecho de restablecer la proporción debida entre el medio infectante y el depurador, pues no otra cosa significa la cuestión que analizamos, sino el establecimiento de la proporción debida entre ambos elementos; así se amplía, por ejemplo, un campo de irrigación cuando el material á polucionar aumenta; se disminuye la polución de un río, retirándole residuos en el período de estiaje, ó, lo que es mucho más lógico, se aumenta el caudal de sus aguas en ese período cuando hay posibilidad de hacerlo, y este es el caso de Yeovil y Exeter con relación á los arroyos Yeo y Exe, cuya naturaleza, infecta por falta de corriente, ha desaparecido por el hecho de recibir las aguas de las cámaras aeróbicas.

Esto, como ya en parte anterior de esta Memoria indicamos, viene á justificar racionalmente el emplazamiento dado á las obras de depuración en los terrenos inmediatos al arroyo Miraflores, elegidos al Norte de la ciudad, cuyo arroyo, como ya quedó dicho, falto de corriente y sobrado de inmundicia, forma verdaderos charcos, y es el principal foco de paludismo y malos olores de la ciudad, en el curso que con el nombre de arroyo Tagarete hace por su perímetro hasta desaguar á la izquierda de la Torre del Oro.

Sin embargo, este concepto de justificación del emplazamiento, elegido para las obras de depuración, debe considerarse solamente como circunstancial; pues por muy útil y necesario que sea á la ciudad complementar el saneamiento del arroyo Tagarete, dándole corriente y caudal de aguas asépticas, no puede, por este concepto complementario, privarse, ni á la Compañía que realiza los trabajos, ni á los predios inmediatos á los mismos, del beneficio que pueden obtener de los riegos, la una en compensación de sus gastos, y los otros en beneficio de la ciudad misma por el aumento de riqueza que el riego significa.

Además, respecto del arroyo Tagarete, está claro que, mientras conserve su actual recorrido y punto de desagüe, interesa á la ciudad esencialmente bajo el punto de vista de su saneamiento; pero la verdadera solución de la cuestión que este arroyo tiene planteada es su desviación, como está proyectada en el plan de las obras de defensa de la ciudad, siendo entonces innecesario, como acción esencial en concepto del saneamiento de Sevilla, la nitrificación de sus aguas por las aeróbicas procedentes de las cámaras de nitrificación, puesto que la desviación está proyectada por punto más alto que los predios de extramuro, donde el arroyo, aparte de la paralización de su corriente, recibe la mayor dosis de impureza y motiva su acción principal contra la salud pública en la ciudad.

En virtud de lo expuesto, el saneamiento del arroyo Tagarete queda tratado en este proyecto de una manera completa en cuanto al hecho de retirarle la polución que hoy recibe de las aguas residuarias de Sevilla á su paso por ella, á cuyo fin se construye el colector de las secciones 3.ª y 4.ª; y á su vez se complementa accidentalmente el saneamiento de este arroyo en cuanto á la paralización de su corriente y á la acumulación de materias putrescibles extrañas á la polución de Sevilla, dándole como caudal las aguas procedentes de las cámaras aeróbicas que la Compañía no utilice en fines industriales ó agrícolas; y esta limitación la establecemos con tanto mayor motivo cuanto que, en compensación de las obras que comprende este proyecto, tiene otorgada la Compañía, como ingreso esencial, la propiedad y utilización comercial de las aguas residuarias.

Volviendo de nuevo á la cuestión del emplazamiento elegido para las obras de depuración, se justifica éste en el aprovechamiento definitivo de las aguas que ha de hacerse para riegos, y á tal fin la zona elegida lo ha sido por su mayor altura y dominio sobre todas las adyacentes hasta el río Guadalquivir y todo el valle del arroyo Miraflores. Ya se hizo observar antes que en su trayecto los conductos de impulsión atraviesan directa y diagonalmente la zona de regadío que se extiende fuera de la ciudad.

El verdadero fin de la utilización agrícola de las aguas no está, sin embargo, en su aprovechamiento durante el recorrido del conducto de impulsión, ni siquiera á la salida de las cámaras sépticas, sino más allá precisamente, á la salida de las cámaras nitrificadoras, donde, sin principio alguno de infección

ue dar á la atmósfera, ni á las aguas telúricas, ni á las tierras, sin exigir á éstas trabajo alguno de transformación, llevan ara las plantas, en combinaciones de inmediata asimilación, ›dos los principios nutritivos que las mismas podían obtener de ı inmundicia original.

Las aguas aeróbicas tienen, por lo tanto, en la utilización grícola, considerado higiénica y comercialmente, un valor muy ıperior á las aguas residuarias originales, siendo también sueriores, aunque en menor grado, á las aguas sépticas. Es innesario insistir sobre esto, que es de evidencia en cualquiera de ıs dos apreciaciones que se quiera desarrollar y en los diversos spectos agrícola y comercial en que puede ser conceptuada esta uestión.

La finalidad es, por lo tanto, la utilización agrícola de las guas nitrificadas que se hará en su día con arreglo á un plan ompleto y con conocimiento más exacto del que hoy puede teerse respecto del volumen total de agua de que la Compañía ispondrá, así como del que puede ser consumido.

PURIFICACIÓN BIOLÓGICA

Para terminar con la cuestión pendiente, bueno será consigar, que demostrado, por sucesivos y diferentes análisis químios, que las aguas procedentes de estas cámaras de depuración naeróbicas y aeróbicas, como término, son exclusivamente inrgánicas; y en las cuales, merced á las bases alcalinas, se han onstituído nuevas sales con los elementos ó principios inmedialos de las sustancias orgánicas que desaparecieron, sería de tener que se acogiese la duda ó se supiese que, si bien se trata de guas inorgánicas, llevaran en suspensión numerosos gérmenes, oda vez que el admirable resultado que por este procedimiento e obtiene se funda exclusivamente en vitalizar y aumentar el úmero de las colonias bactéricas, y pudiera ocurrir que en último término se hallasen éstas en gran número en las aguas que le las obras emergen en cualquiera de los dos grupos.

Esta duda, muy natural, siendo hija del desconocimiento de a materia, es de razón que nadie que se halle familiarizado con stos conocimientos pueda abrigarla. Los gérmenes son seres xcesivamente sensibles á la acción de los medios. Cualquiera nodificación física ó química de los mismos los debilita, los vigoriza, los aniquila ó los destruye; los patógenos son precisamente los más exigentes, y bien sabido es que, por no contar en as aguas con el material nutricio que le es propio, ó sea la materia proteica, ya porque sus propios desechos inhabilitan el medio para su reproducción, es lo cierto, como se halla plenamente demostrado, que nada hay que temer de las aguas residuarias por este concepto, pues dejan de existir á las pocas horas de hallarse vehiculados por ellas dentro de las mismas cámaras. Los saprofitos, aerobios ó anaerobios, así como los facultativos, fácilmente se comprende que han de hallarse representados por cantidades infinitesimales en las aguas que emergen de estos depósitos de depuración, si se tienen en cuenta, para enjuiciar con acierto, que, hallándose sometidos á condiciones completamente distintas de medios, temperatura, presión, luz, oxígeno, material nutricio, etc., han de perecer unos y otros bajo dichas contrarias influencias, y sólo los oxidantes ó nitrificadores, que son los que actúan en último término, podrían salir arrastrados por las aguas, si éstas sufrieran la acción desintegrante en movimientos tumultuosos, y las zoogleas ó colonias, que previamente hemos vitalizado y acrecentado por acción directa de la luz y del oxígeno, no se hallasen retenidas en las oquedades y anfractuosidades del terreno poroso que sirve de lecho á estos depósitos y de laboratorio para la desintegración atómica ó elemental de la materia.

Las experiencias, por último, de Duclaux, comprobadas hasta la saciedad, quitan todo temor de que en estas aguas puedan nunca existir esporos patógenos, que han de recibir la acción destructora de los rayos del sol y del aire ambiente. Las observaciones microscópicas prueban, por otra parte, que en estas aguas, y en cantidad verdaderamente infinitesimal, sólo existen determinados mohos, de los que pueden prolongar sus actividades vegetativas en disolución.

DOCUMENTACIÓN

La documentación de este proyecto se ajusta á los formularios oficiales en la redacción y extremos que abrazan sus documentos. El pliego de condiciones facultativas se ciñe en todas sus partes al aprobado para las obras de la red, sin otras modificaciones que las correspondientes al artículo 1.º en su parte descriptiva, y los otros no establecen modificación alguna que no se motive en la diferencia de concepto de unas y otras obras.

En cuanto á presupuesto, debemos hacer constar que las obras que define este proyecto son las expresadas en la base 22 de la concesión, que comprende el proyecto de colectores, con utilización permanente por el río para la nitrificación de las aguas; y este que tenemos el honor de acompañar se diferencia sólo por el abandono que solicita de los servicios expresados del río, y por la unificación en un conjunto de las obras de la depuración séptica y las de la aeróbica ó nitrificadora que agrega en sustitución del gratuito servicio del río. Esto, que motiva una adición de gastos en ejecución y explotación, no se propone justificarlo la Compañía para obtener ó fundamentar solicitud de concierto con el Excmo. Ayuntamiento para base de ingresos supletorios á los que rigen en la concesión que disfruta; y por tal motivo, y para alejar toda idea que en tal supuesto se motive, prescinde del documento presupuesto de estas obras, por cuanto sólo y exclusivamente se presenta este proyecto al Excmo. Ayuntamiento para que, en cumplimiento de la obligación en que dicha Corporación está, según la base 22 de la concesión, proceda á la tramitación y obtenga la necesaria aprobación de las obras de colectores y obras generales de expulsión que la Compañía está obligada á su vez á ejecutar, y que está dispuesta á llevar á cabo, haciendo por sí las obras de nitrificación que han de sustituir en su día al Guadalquivir, con arreglo al plan que comprende este proyecto, conceptuado en la forma que queda expresada.

RESUMEN DE ANTECEDENTES

Ya hemos manifestado que el proyecto á que esta Memoria se refiere tiene por objeto realizar el saneamiento exterior de Sevilla, complementando sus obras las de la red de saneamiento interior, actualmente en ejecución.

Hemos indicado también que las obras de la red son simultáneas con las de saneamiento de las viviendas que han de ejecutar los propietarios.

Quedó también expresado que en la Compañía concesionaria de todas estas obras estaba representado el 45 por 100 del capital urbano de Sevilla, y que, como Compañía, tenía, más que el carácter comercial, el concepto de una Asociación de propietarios, dirigida, no sólo al fin de ejecutar las obras para cumplir el deber en que están de evacuar las aguas residuarias de las fincas, sino para prever el quebranto de las mismas, procurando al mismo el indispensable y urgente saneamiento de la ciudad; cosas esenciales, teniendo en cuenta el estado de putrefacción y encharcamiento de su subsuelo, que puede considerarse aniquilado.

Es propósito también de la Compañía afirmar el concepto que como Asociación tiene adquirido, extendiendo sus acciones de día en día á más y más propietarios, hasta llevarlas á cuantos en tal concepto quieran interesarse en obra tan útil como necesaria á los intereses generales.

Y por último, y como objeto particular del proyecto que esta Memoria justifica, hemos consignado que los colectores tienen por finalidad, una vez ejecutados, y aun á medida que se ejecutan, sustituir la servidumbre que el río Guadalquivir y arroyo Tagarete tienen de las aguas residuarias de Sevilla.

Al resolverse la Compañía á solicitar del Excmo. Ayunta-

miento la aprobación de las obras de nitrificación que se proponen en sustitución del Guadalquivir, y la concentración en una sola unidad de todas las obras de depuración al final de los conductos de impulsión, sustrayendo de este modo la importante cuestión de la depuración de las aguas de todo emplazamiento, responsabilidad ó relación directa ó indirecta que no fuera la personal de la Compañía, quedó consignado que motivaba esto la necesidad que la misma apreciaba de desligarse y apartarse del río y de todo medio que fuese ó pudiese tomarse como campo de acción de elementos extraños, y donde, por tal razón, no apareciese la de las obras de la Compañía absolutamente independiente y fácilmente apreciable en todo momento.

Este fin de la Compañía dijimos que era plausible y justificado desde el momento en que no entrañaba el deseo irreflexivo ó caprichoso de abandonar los higiénicos y garantidos servicios nitrificadores de las aguas sépticas de Sevilla por el río Guadalquivir, que tiene poder con exceso para realizarla en inmejorables condiciones, sino que tal abandono era meditado, y se proponía demostrando que las obras dirigidas á ese fin no llevarían infección ni molestias fuera de la ciudad en el lugar de su emplazamiento.

Esta última cuestión, que era de gran interés, la de mayor interés que debía tratarse, ha quedado extensamente expuesta en el lugar oportuno de esta Memoria, é insistimos sobre esto para dejar bien conceptuado que, al redactar el proyecto que nos ocupa, no ha tenido en cuenta el Ingeniero que lo suscribe concepto alguno que se motive en la consideración de que la relación del poder nitrificador del Guadalquivir, respecto de la impurificación de las aguas residuarias de Sevilla, no fuera suficiente.

Al contrario de ello, es tan evidente esta suficiencia, que el detallado estudio de las infecciones, tan traídas y llevadas, del Támesis por Londres y del Sena por París, y hasta del Irwel por Manchester, no sirven sino para demostrar que tan insuficiente es el Támesis para nitrificar las aguas de Londres, el Sena para las de París y el Irwel para las de Manchester, como suficiente es el Guadalquivir para nitrificar las de Sevilla; y ante esta consideración de realísima evidencia, es claro que en la adopción del procedimiento de nitrificación que íbamos á proponer, en sustitución del Guadalquivir, ha presidido como idea esencial la previsión de no llegar á caer del lado de obras que tuviesen más de vistosas que de higiénicas y prudentes, al mismo tiempo que se ha tenido presente la idea de la utilización agrícola potestativa y limitada, que era, para el caso del Guadalquivir y Sevilla, la única consideración práctica que pudiera hacer desear el abandono de la servidumbre de aquél; pues, por higiene, ninguna razón la aconseja más que del modo indirecto que motiva, como vamos á exponer, la solicitud de la Compañía.

Se trata de realizar el saneamiento geneneral de una población de 150,000 almas, y de llevarlo á cabo en un breve plazo y en una población como Sevilla, en donde la reforma es radical en todos sus conceptos, puesto que carece de todos los fines á que el proyecto de saneamiento interior se dirige.

Al amparo de este estado de cosas hay intereses creados, cuya razón de existencia desaparece con las obras de saneamiento, y que han de subsistir y luchar entre tanto el avance de las mismas los debilita y hace desaparecer, por otra parte, ha de molestarse al público en general durante la ejecución de las obras, no sólo por la acción de éstas en la vía pública, sino en las viviendas, donde al inquilino ha de ocasionársele molestias y al propietario gastos.

Es claro que, sin esas molestias y gastos, están de más las obras de los colectores, y las obras de la red también, porque, sin conexionar las fincas, no tienen aguas que evacuar; y conexionando sin la debida reforma interior de la evacuación en las fincas, se llevan aguas cuya evacuación es inútil, pues que el daño que habían de causar ya lo dejan causado. Por último, es claro que la conexión potestativa tampoco es admisible, y por tal razón, que no basta que conexten los necesitados ó convencidos, sino que también los que no aprecian prácticamente la necesidad de la evacuación, y no la aprecian tampoco intelectualmente en el concepto de la higiene.

Esta reforma así considerada, debiendo realizarse totalmente hasta su fin en un plazo limitado de ocho años al máximo, como es el propósito, la obligación y el objeto de la Compañía, es evidente que no ha de poder conseguirse sin lucha y sin constancia para vencerla, debiendo, en tal concepto, tenerse también presente la preocupación de buena fe que estas obras causan en el ánimo de las gentes; preocupación que hay que atender y es justo satisfacer en cuanto sea posible.

Para los fines expresados tiene mucho adelantado la Compañía con la forma en que está constituída, y con lo que aún puede hacer, afirmando y extendiendo ese concepto de su constitución; pero es claro que nunca podrá contar con la voluntad de 150.000 almas, ni puede pretender satisfacer todos los juicios y prejuicios; apreciando, por tanto, todas las dificultades que han de encontrarse en la realización de las reformas que tiene encomendadas y resuelta á realizarlas en bien de la ciudad, de que tan importante representación tiene, se propone la Compañía Sevillana de Saneamiento la ejecución de las obras que comprende este proyecto, cuya finalidad, como se sabe, es prescindir del río Guadalquivir. De este modo se evita que éste pueda ser campo de controversias donde indirectamente se encubra la oposición sistemática, y como al mismo tiempo se atiende con ello lo que es preocupación de buena fe, claro está que así se sirve á la hihiene indirectamente, como antes dijimos, puesto que, descartado el campo de acción del río, puede marchar la Compañía con más despejo y con mayor número de voluntades á su fin esencial, y favorecer este fin esencial es, en definitiva, servir los intereses sanitarios de Sevilla, como lo es la rápida tramitación del expediente de estas obras, y lo será su ejecución, á cuyo fin vamos á ocuparnos del plazo necesario á ellas.

ORDENACIÓN DE TRABAJOS

Este plazo de ejecución tiene dos límites prácticos que pueden considerarse concordantes. Se refiere el uno al tiempo que prácticamente requieren las obras para su ejecución, y el otro á la cantidad de aguas residuarias que para su funcionamiento útil es necesario.

En cuanto al primer concepto, calculamos un plazo práctico de cuatro años, suponiendo emprendidas las obras á la vez en un colector, en la casa de máquinas en los conductos de impulsión y en la cámara de tratamiento.

No creemos que pueda darse el caso de llevar las obras á la vez en ambos colectores, por razón de que, dando cualquiera de ellos lugar á la interrupción de la circulación en la ronda de la población, y ocupando extremos distintos, la ejecución simultánea la paralizaría en total, teniendo que darse paso por el interior de la ciudad al tráfico que existe entre las carreteras generales del Estado, de Alcalá de Guadaira á Huelva por Sevilla, y de Cuesta de Castilleja á Badajoz, que en uno ú otro sentido tiene lugar por el Puente de Isabel II. Por lo demás, no retrasa esta consideración el plazo de ejecución de las obras, por cuanto el colector de las secciones 1.ª y 2.ª, que es el que ha de sustituir al río Guadalquivir y por el que debe empezarse, es una obra de ejecución fácil y de no gran importancia por lo favorable de la zona de su trazado. Las obras que en realidad dan la norma del plazo mencionado de cuatro años, son las de las cámaras sépticas, por razón de los 518 arcos que hay que ejecutar, á más de los 2.700 metros lineales de bóveda que corresponde en 18 trozos de 150 metros, á los 552 pilares con los cimientos correspondientes y muros de recinto. Los conductos de impulsión también requieren largo plazo para no montar la fabricación especial que requieren en forma que grave excesivamente el costo del metro lineal.

Este plazo de ejecución de cuatro años, en el que, trabajando activamente, pueden darse por terminadas totalmente las obras

ue comprende el proyecto, puede reducirse en uno ó uno y medio años en orden al momento en que se les dé servicio; pues claro es ue, concluído el colector de las secciones 1.ª y 2.ª, que quita toda ervidumbre al río Guadalquivir, no hay inconveniente ninguno n que funcione este colector con la primera máquina que se insale, con el primer conducto de impulsión con las dos primeras e las seis cámaras anaeróbicas, y con las 12 primeras de las 32 ámaras aeróbicas, por cuanto estos elementos funcionan indeendientemente, y su número total necesario para la totalidad e las aguas residuarias es claro que no es necesario para una arte de ellas.

En estas condiciones de ejecución, resulta que la Compañia endrá obras al mismo tiempo en la red interior, en uno de los olectores, en el emplazamiento de las máquinas, en los conduc os de impulsión, en las cámaras anaeróbicas y en las aeróbicas; como quiera que las calles ocupadas por la red han de ser al menos cinco, para dar á las obras el avance necesario, y ha de er esto en puntos distanciados para no interrumpir la circulaión, resultarán diez zonas, donde los trabajos tengan lugar á la ez, sin contar los talleres de tuberías, etc., etc.

Es lo probable que el plazo de ejecución que se da á las obras ue comprende este proyecto justifique ó motive la necesidad de rorrogar el plazo de ejecución de la red uno ó dos años, y por onsiguiente, que sea de diez en lugar de ocho el plazo máximo e su ejecución; pero, sin entrar ahora en esta cuestión es, por menos, evidente que el tiempo de ejecución de la red no podrá er menos de ocho años, como es también cuestión clara que duante el tiempo de ejecución de las obras de colectores, etc., que omprende este proyecto, decaerá la actividad en la ejecución de as obras de la red, para recobrar su período normal de avance uando, concluídas aquellas obras, se descarte la Compañía de quellos cuidados y concentre toda su atención y actividad en a red.

Ahora bien; siendo 10.620 las fincas, corresponde para la toal reforma en ocho años un promedio de 1.327, de consiguiente, n tres años resultan 3.971, ó 4.000 en números redondos, á cuyo náximo, por las razones del párrafo anterior, es evidente que o se llegará antes de funcionar los colectores, y bien puede asegurarse que será la cifra bastante menor, por cuanto esa proporción supone que vayan conextando las fincas á medida que avance la canalización y á igual velocidad, ideal que, no por originarse en razones de higiene, dejará de ser, como todos, difícilmente realizable; y como, por otra parte, en los comienzos de oda reforma hay el período de preparación, es claro que, desde que se comience la reforma y ejecución de los servicios de conciones, hasta que se normalice y marche normalmente, habrá un espacio de tiempo que significa un retraso en esos servicios respecto á la marcha teórica, que supone alcanzar 4.000 fincas reformadas con servicios terminados en tres años.

Debe, pues, en razón, no contarse con más de 3.000 fincas, y sería un resultado verdaderamente satisfactorio para la ciudad en cualquier orden de consideraciones que se enjuicie.

Concretado esto, vamos al segundo concepto de la cuestión que tratamos. Se motivó este concepto considerando si la cantidad de evacuación que el avance supone puede circular sin inconveniente para la higiene por un colector y elevarse por unas bombas ó impulsarse por un conducto que están calculados para cantidades mucho mayores, sin que lo anormal de esta circulación pueda ser considerada antihigiénica. Este concepto lo enjuiciamos creyendo que los inconvenientes en el colector se evitan con las limpias automáticas; que la bomba podrá ya, con esa cantidad, funcionar, sin que haya que pararla á cada momento para acumular aguas en el pozo, salvo en el período de mínima aportación; y creemos, por último, que el conducto de impulsión funcionará en medianas condiciones, teniendo en cuenta, para creerlo así, que, aun cuando son dos, y uno está calculado sólo para 5.310 fincas, y por consiguiente, recibirá con 3.000 el 56 por 100 del total servicio que le está adjudicado, significa esto una evacuación media menor que el mínimum que en su día evacuará, y no llevará, por tanto, una velocidad que quede por encima de 0,20. El inconveniente, sin embargo, es claro que en donde estará agravado es en el período del mínimo, como sucede para la bomba.

En resumen: creemos que no hay inconveniente esencial ninguno para empezar á utilizar, con 3.000 fincas de servicio, una bomba y un conducto de impulsión; pero en el período de mínima aportación serían muy defectuosos sus servicios, y por tanto, sería más lógico no querer extremar la vistosa idea del abandono de la servidumbre del río y proceder con orden regularizando la explotación en forma que, durante el período de mínima (10 de la noche á 6 de la mañana) se hiciera la versión al río, y utilizar las obras en el período de media y máxima, impulsando las aguas á las cámaras de tratamiento.

El otro concepto que, como dijimos, hay que tener en cuenta, se refiere á la cuestión que, por su extrema importancia, es la única esencial que se ventila para Sevilla en realidad de verdad. Esta cuestión no es otra que la que se motiva en la consideración del estado actual sanitario de la ciudad y de la resudación exterior que realiza el suelo por las calles; y la cuestión es apreciar si la evacuación directa de 3.000 fincas en tres años es un progreso suficiente para que, durante su marcha normal de avance, vaya, cuando menos, neutralizando los progresos del derrame del subsuelo, cuyo concepto puede contestarse afirmativamente así considerado, y no en cuanto á la mejora efectiva, que necesita una acción persistente y de potencia mayor que la que dan 3.000 fincas en conexión directa para oponerla á la causa que actúa aniquilando las energías del subsuelo de Sevilla. En este concepto, cuanto mayor sea el número de servicios anuales, mejor servidos quedan los intereses sanitarios de la ciudad; pero ya hemos visto cuántas dificultades hay para dar mayor impulso á estas obras, y en estas dificultades se justifica el hecho, que sería absurdo sin ellas, de ejecutar tranquilamente colectores, máquinas, obras de depuración, etc., mientras la ciudad se quebranta y resuda inmundicias por la calle, elevando sobre 40 por 100 su mortalidad, falta de las necesarias obras de canalización.

Resulta, en consecuencia de cuanto queda expuesto, que las obras que comprende este proyecto, ejecutadas en la forma, condiciones y plazos detallados, resultan convenientes á la ciudad en cuanto, completando el plan general del saneamiento á que justamente aspira, no entorpecen la marcha del saneamiento interior emprendido, ni su posible progreso; y lejos de ello, le favorecen en su fin esencial por consideraciones de carácter indirecto y necesidad urgente de realización; y en su virtud, y tenidas en cuenta las demás consideraciones expuestas en el cuerpo de esta Memoria, en justificación de las obras propuestas, tenemos el honor de elevar el proyecto que se acompaña á resolución superior.

Estudio general de la evacuación en sus relaciones con la higiene.

CONDICIONES GENERALES DE LA EVACUACIÓN

Teniendo presentes las indicaciones sumarias que dejamos expuestas en la Introducción expositiva de esta Memoria, señaladas en los párrafos de la primera parte de la misma, dedicados al estudio demográfico de Sevilla, así como las causas determinantes del origen y desarrollo de un gran número de enfermedades, y principalmente de las infecciosas conocidas desde los brillantes trabajos de Pasteur y Koch y otras eminencias médicas, pasamos á indicar las condiciones á que han de satisfacer las obras de este proyecto bajo el punto de vista higiénico; pues si bien en este último influyen las circunstancias locales que deben tenerse muy presentes en cada caso, consideradas de una manera general, vienen á compenetrarse con las que exige la higiene y á resultar idénticas.

Reunidas las deyecciones y residuos de una ciudad en su canalización ó alcantarillado, pueden dar origen á la infección del aire, del agua y del suelo, sea directamente por la transmisión

de microorganismos infecciosos, sea indirectamente por la materia orgánica muerta.

En el primer caso, según los estudios de Nägeli y Vernich, la sola evaporación de un líquido que contenga dichos microorganismos, producida por una corriente de aire, no los desprende y arrastra, á no ser que la intensidad de la corriente arrastre partículas del líquido por la remoción de su superficie; por el contrario, evaporado el líquido infecto, y secadas las substancias orgánicas que contiene, pueden ser arrastradas por la corriente en forma de esporos, ocasionando la infección si encuentra medio apropiado en que desarrollarse.

En cuanto al segundo caso indicado de la infección indirecta, tiene lugar por la producción en la descomposición de la materia orgánica de ácido sulfúrico y sulfhidrato de amonio, así como por su extraordinaria afinidad con el oxígeno, viciando el aire que la rodea, circunstancia que tiene valor por sí, y unida á la temperatura muy regular de 6° que conservan dichas materias, y la humedad del aire de la alcantarilla, condiciones todas las más favorables á la existencia y desarrollo de las bacterias patógenas, en su mayor parte anaerobias.

Como más adelante indicaremos al ocuparnos de la depuración de las aguas de alcantarilla, no sólo la filtración, sino también un gran número de procedimientos químicos ideados para dicha depuración, y que dan á las aguas los caracteres exteriores de pureza, la conservan, sin embargo, las propiedades tóxicas iniciales; y de aquí la infección del agua del subsuelo, si esta capa, por cualquier causa, se pone en contacto con los líquidos contenidos en las alcantarillas, circunstancia que debe considerarse tanto más agravante en la actualidad, cuanto, á más de los innumerables ejemplos de todos conocidos en apoyo de la infección, es un hecho incuestionable y unánimemente admitido el contagio por el tubo digestivo, y que los gérmenes del tifus pueden transmitirse por el uso de aguas de bebida infeccionadas.

La infección del subsuelo reconoce las mismas causas y se produce en la misma forma señalada en las indicaciones anteriores, sea modificando la composición del aire subterráneo por la producción del ácido carbónico, hidrógeno sulfurado, ácido sulfhídrico y sulfhidrato de amonio que se mezcla con aquél, mediante la tensión relativa de unos y otros, la presión barométrica y la temperatura del aire, sea permitiendo que los microorganismos patógenos se esparzan por su interior.

En consecuencia de las ligeras indicaciones hechas, para reunir condiciones de higiene, la primera condición á que debe satisfacer la red de saneamiento es facilitar una circulación rápida y continua, sin detención ni depósito de ninguna especie, de todas las aguas impuras de la población, arrastrándolas fuera de ella; circulación que debe tener lugar en conductos cerrados, y de suerte que la amplitud de las oscilaciones de la lámina de agua sea la menor posible, que permitan frecuentes limpias para evitar la desecación de las materias adheridas y facilitar el arrastre, y en general todas las condiciones que á estos fines coanyuven, como también una perfecta ventilación para que puedan oxigenarse con facilidad las materias que conduce y la incomunicación con el aire interior de las viviendas que han de servir, cuyas condiciones todas afectan á la evitación de la infección por transmisión directa en la población, y coadyuvando todas al mismo fin, son lo suficientemente amplias para ofrecer la mayor garantía contra aquéllas, si los elementos de conducción son inatacables por las aguas industriales ú ordinarias impuras que arrastre; garantía que puede reforzarse con la impermeabilidad más completa de la red, aun cuando sobre este extremo, opiniones tan respetables como las de Pettenkofer y Virchou, son favorables á la ejecución de conductos permeables á un nivel inferior al de la capa de agua subterránea, considerando con esto más perfecto el resultado higiénico, tanto por razón de que la corriente será siempre del subsuelo á la alcantarilla, como por el descenso á obtener en la capa de agua subterránea.

SANEAMIENTO DEL SUBSUELO

Creemos, sin embargo, que el saneamiento del suelo por el descenso del nivel de sus aguas subterráneas, que es ciertamente una condición de higiene á establecer en todo proyecto de saneamiento general de una población, debe, en general, procurarse por otros medios más independientes, ó por un enlace de otra índole con la red de evacuación que nos ocupa, y cuya determinación, íntimamente enlazada con las circunstancias locales á que obedece la posición y efectos del agua subterránea, compete á la resolución económica y técnica del problema, de la cual depende que un grado de permeabilidad en la red pueda dar lugar á la infección por el subsuelo, disposiciones de cuya determinación nos ocuparemos más adelante, limitándonos á consignar en estas indicaciones generales que la influencia patógena de la capa acuífera subterránea no se debe directamente á su posición más ó menos próxima del nivel del suelo, sino que obedece al coeficiente de evacuación y límite de oscilaciones verticales de dicha capa; coeficiente que define el grado de estancamiento y límite de oscilaciones que precisan la acción combinada de la humedad y el aire sobre las materias orgánicas en cualquier estado, produciendo la infección en una ú otra forma de las ya definidas, mediante un proceso, cuya exposición, debida por primera vez á Pettenkofer, fué objetada por Virchou y precisada al fin de brillantes exposiciones por el acuerdo de ambos, pone de manifiesto que es condición indispensable para el saneamiento general de una población la de bajar el nivel de las aguas subterráneas y restringir sus oscilaciones verticales.

El Ingeniero Director,
JOSÉ OCHOA.

(*Se continuará.*)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(Continuación).

NECESIDAD DEL SANEAMIENTO EXTERIOR

Por último, supuestas satisfechas del modo más apropiado, al objetivo higiénico, todas las condiciones á realizar con las obras de evacuación, queda todavía por resolver un problema de capital importancia á estos efectos, así como á los económicos y técnicos en el estado actual de los conocimientos de depuración de las aguas de alcantarillas que más adelante detallamos, planteado por el cumplimiento de la primera y más indispensable de las condiciones prescritas, que reune y hace afluir constantemente, en uno ó varios puntos más ó menos distanciados de la población, sus residuos y aguas impuras, estableciendo una situación tanto ó más inconveniente como la inicial que se trata de modificar, problemas cuyas soluciones higiénicas y técnico-económicas de más difícil resolución que las anteriores, y dependientes de las circunstancias de localidad, lo son también de la solución técnica que se adopte para el anterior que define las condiciones de afluencia de los elementos sobre que ha de versar para establecer como prescripción higiénica general la inocuidad y evacuación definitiva á medida de la afluencia mediante un proceso de transformación y diseminación, haciendo concurrir á este efecto, sean las energías naturales, donde las circunstancias y condiciones de localidad se presenten tal y como se manifiestan en sí, concurriendo en la ley universal de transformación de la materia, procedimiento cuya sola enunciación hace concebir como el más perfecto; sea industrialmente, donde aquella intervención directa no sea posible, á cuyo efecto se han ideado multitud de procedimientos, persiguiendo tanto el objetivo higiénico como el utilitario.

OBRAS DE EVACUACIÓN

Pasemos ahora, expuestas estas consideraciones, á ocuparnos de la elección de las obras á ejecutar para la realización de las condiciones de higiene en la anterior precisadas.

SISTEMA AISLADOR

Desde luego el sistema aislador, en cualquier forma ó condiciones que se presente, teniendo diversos grados de apropiación para el saneamiento de un edificio aislado, no satisface como aplicación en un saneamiento general á las condiciones higiénicas precitadas; exige una canalización para las aguas de lluvia, y sobre ello gastos muy crecidos para el tratamiento de los sólidos, sin evitar el de los líquidos; y no es admisible, higiénica ni económicamente, más que como medio de transición particular hasta la ejecución de una red de saneamiento general.

SISTEMA NEUMÁTICO

Los sistemas neumáticos, que fundan la evacuación en la aspiración ó impulsión producida por el vacío ó la presión del aire, la establecen mediante una canalización, en la que sólo se aceptan las materias fecales muy concentradas por la admisión de una cantidad limitada de agua en las letrinas y las procedentes del aseo personal; presentan inconvenientes que atenúan en extremo las principales ventajas que se le atribuyen, siendo más perfeccionado entre ellos el del Ingeniero holandés Liernur, aplicado en Amsterdam, población en la que las especialísimas condiciones de su emplazamiento lo reclaman, y puede ser susceptible de aplicación racional, sea en caso análogo al de la capital de Holanda, sea en terrenos sin pendientes, ó, en suma, en condiciones que, planteando la evacuación mecánica por una parte, sea favorable por otra á la regularización de la impulsión ó aspiración; y presenta como ventajas económicas, en primer lugar, la obtención de las materias fecales en abono transportable y de un valor comercial; y en segundo lugar, la posibilidad de conducir en una canalización económica las aguas de los sumideros de cocina, limpieza de la casa, públicas y pluviales, suprimiendo los colectores del sistema inglés que más adelante estudiamos cuyos gastos de establecimiento son elevados.

Estos sistemas, sin embargo, que no satisfacen en principio á las condiciones de establecimiento higiénico ya enumeradas son de una ejecución y explotación tan delicada como costosa en todos los aspectos; y no obstante las ventajas económicas que dejamos enumeradas, en realidad sólo aparentes, no son aceptables en sus resultados, garantidos en los más perfeccionados por verdaderos movimientos de relojería, más que en los casos señalados.

POR ACCIÓN DE LA GRAVEDAD

La evacuación por acción de la gravedad, aprovechando la potencia purificante, detergente, disolvente y mecánica del agua, es hoy la universalmente admitida donde no hay imposibilidad absoluta de aprovecharla como fuerza motriz, revistiendo dos formas ó sistemas de carácter general: el de Varing y el inglés, admitiendo éste una sola canalización, por la cual se evacuen reunidas las aguas impuras de todas clases, comprendidas las de lluvia hasta el centro de evacuación, salvo las de tempestades excepcionales que se descargan en las corrientes inmediatas, y segregando aquél de las aguas admitidas en la canalización, tal como fué propuesto en Menfis (Estados Unidos) por su autor, las procedentes de lluvias y lavado de las calles, y en general las públicas que evacuaban libremente; sistema que, exigiendo en todo tiempo, para su aplicación á un gran número de poblaciones una canalización especial para estas aguas segregadas, á fin de evitar la inundación de las zonas bajas, la hace hoy indispensable para todas, en consecuencia del resultado de los análisis de Frankland y Durand Claye, que concuerdan en señalar en estas aguas mayor impureza en microorganismos, materias orgánicas y nitrógeno en diferentes formas, que en las aguas canalizadas.

Esta forma de evacuación separada puede ser susceptible de ventajosa aplicación en poblaciones que tengan establecidas de antiguo una red que, aunque imperfecta, pueda adaptarse con obras ó modificaciones de trazado, de escasa importancia al servicio de evacuación de cualquiera de las dos redes, ó bien cuando especiales circunstancias locales favorezcan el establecimiento de ambas en condiciones económicas, aun cuando siempre en el supuesto de igual percepción de ejecución y estudio; pero de una manera general es incuestionable la superioridad del sistema de

una sola canalización indicada, que exija y fomente, lejos de contrariar, como en todos los anteriores, el empleo del agua, principal agente higiénico y garantía de la evacuación; superioridad sancionada por la experiencia en Londres, Bruselas, Dantzig, Dijon, Berlín, Lisboa, etc., por las discusiones tenidas en París al tratarse de su implantación, que ha sido últimamente aceptada, y por las consideraciones de las prescripciones higiénicas enumeradas al comienzo de esta parte de la Memoria, á las cuales es capaz de satisfacer de la manera más satisfactoria, así como al tecnicismo de la evacuación en todos los aspectos que se consideran en la tercera parte de la misma.

COMPOSICION DE LAS AGUAS DE ALCANTARILLA Y CAUDALES DE LAS MISMAS.—APORTACIONES QUE SE ADMITEN

Veamos ahora, antes de ocuparnos de la depuración de las aguas evacuadas y de la determinación de los elementos de la red de evacuación, la composición y aportación de estas aguas.

Los restos sólidos de cocina y limpieza de la casa, parte del polvo, barro, deyecciones de los animales que recorren las calles, etc., etc., que constituyen 25 por 100 del cubo total de residuos de una ciudad, según las notas de Durand Claye, por su densidad, tamaño y condiciones, están excluídos en principio de la alcantarilla en todos los sistemas enunciados, si bien en cada caso, al tratar de proyectar las obras, debe estudiarse la posibilidad de hacerlos concurrir al menos en cierta medida que segreguen sólo, por ejemplo, las materias de origen mineral no susceptibles de descomposición, proyectando á estos efectos la sección de las alcantarillas en forma visitable, aportando grandes volúmenes de agua para limpia, dándoles condiciones de profundidad y pendiente acentuada, etc., etc., circunstancias que, aun prescindiendo del coste, son difíciles de realizar todas en la mayoría de los casos prácticos; y sin cuya concurrencia general no debe aceptarse la admisión en la alcantarilla de las citadas materias sólidas; y de aquí que no haya sido resuelta esta cuestión en las grandes poblaciones donde se han preocupado de ellas, encontrando preferible el sistema de extracción actual empleado en diversos grados de perfección por las municipalidades, desde las poblaciones como Londres, donde alcanza notable organización, á otras de relativa importancia, donde se carece en absoluto de ella.

Las aguas residuarias industriales que, formando parte del cubo consumido, y evacuadas diariamente por la población con las aguas sucias de las viviendas, riegos y lavados, etc., van á las alcantarillas, son, sin embargo, admitidas en esta evacuación condicionalmente, en atención á las sustancias venenosas ú obstruyentes que puedan contener, tales como los ácidos de arsénico, grandes cantidades de sales alcalinas, cenizas, etc., etc., respecto de las cuales debe pesar el cuidado de una depuración previa sobre la industria que las produce, y no sobre la colectividad de los habitantes.

La composición y aportación de este grupo varía según el coeficiente industrial de la población; éste las hace ejercer una influencia en la totalidad de las aguas evacuadas, que no es apreciable en poblaciones esencialmente agrícolas como Sevilla, y predominan en un todo en las industriales, como Reims, que arroja 406 litros por habitante y día, caracterizados por los residuos del trabajo de las lanas; y Birminghan y Glasgow con 223 litros, para igual unidad: Roubaix y Tourcoing, determinando la polución del esplerre por las aguas jabonosas residuarias de sus fábricas, produjeron por parte de Bélgica, donde entraba en estas condiciones, reiteradas reclamaciones enérgicamente motivadas, determinando en consecuencia la administración, de concierto con las municipalidades, la depuración previa de estas aguas, de cuyo coste inicial de 600.000 francos correspondieron 300.000 á las poblaciones de Roubaix y Tourcoing.

Cuando la actividad industrial de la población no tiene desarrollo ni carácter especial á los efectos mencionados, basta la condicional en la admisión, considerando el cubo de estas aguas, las sucias de las viviendas, y las ya mencionadas en general, como evacuación del cubo aportado por habitante y día por el abastecimiento de la población; entendiéndose en este concepto no la cifra que cada habitante consume personalmente, sino la cifra total del abastecimiento, dividida por el número de habitantes que en cada caso cubre, en diverso grado, tanto este uso particular como los demás inherentes á la vida ordinaria en la vivienda y en la población, á cuyas aguas, que agregadas de las materias de las letrinas, constituyen la aportación ordinaria, se acompañan en la medida de su producción las aportadas por las lluvias normales y excepcionales; siendo modificadas en consecuencia el volumen y la aportación extraordinaria y ordinaria de estas aguas en general.

El Ingeniero Director,
JOSÉ OCHOA.

(Se continuará.)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA

(Continuación

CIRCUNSTANCIAS LOCALES QUE LAS INFLUYEN

Por el perfil de la superficie y la abundancia de lluvias en cada localidad.

Por la naturaleza de las vías de comunicación, geológica del suelo y subsuelo, y actividad de la circulación.

Por la dotación de agua de cada edificio privado de diferente uso y de los servicios públicos generales.

Por la forma y condiciones de evacuación, adoptado por las aguas sucias y excrementicias.

Por la forma ó costumbre de limpieza de las calles y extracción de inmundicias.

VOLUMEN Y DISTRIBUCIÓN

Con estos antecedentes, vamos á puntualizar la aportación de aguas en el caso concreto que nos ocupa, así como sus condiciones de relación en cuanto á su composición física y química, con las grandes poblaciones, considerándola dividida en tres grupos;

1.° Aguas y materias fecales.
2.° Aguas sucias de las viviendas y servicios públicos.
3.° Aguas de limpieza automática de las alcantarillas.
4.° Aguas de lluvia.

Las primeras, entre líquidas y sólidas, se valúan en 1,15 litros por habitante y día, término medio, según los cálculos concordantes de Frankland, Bentivegna, Wolff y Heydem, á cuya aportación hay que agregar 10 litros por la misma unidad que deben consumirse en las letrinas bien establecidas, cifras que dan un total primero de 11,15 litros por habitante y día.

En cuanto á la segunda, claro está que no pueden exceder del volumen que procure la distribución de aguas, y se calcula que de esta aportación sólo el 75 por 100 pasa á las alcantarillas; pues claro es que una parte se emplea en riego de jardines y paseos públicos, etc., donde son absorbidos y evaporados sin correr por la superficie, por la índole de estos usos.

Ya hemos indicado las distribuciones que tiene Sevilla, y que la aportación de la principal puede considerarse como capaz de 110 litros por habitante y día para la población, también fijada, de cuya cifra, para el cálculo que nos ocupa, no reducimos el 25 por 100 mencionado, en atención á que los usos indicados, y que provocan esa reducción, se llevan á cabo principalmente con aguas extraídas del Guadalquivir, independientemente de la dicha distribución.

Ese volumen, sin embargo, representa una fracción del cubo necesario á las grandes poblaciones, equivalente á un medio de 20 litros por habitante y día; y como ya hemos considerado en la evacuación de las materias y aguas fecales 1,15 litros por sí mismos, que representan dos litros consumidos por habitante y día en sus alimentos y bebidas; y hemos considerado 10 litros como evacuación de la consumida en las letrinas; y hemos de considerar 10 litros más para la limpieza automática de las alcantarillas, que han de obtenerse independientemente de la distribución actual; si consideramos una evacuación de 100 litros por habitante y día en el concepto que nos ocupa, de aguas sucias de las viviendas y servicios públicos, equivale á un consumo de 150 litros, cifra que hoy es excesiva á las necesidades y costumbres de Sevilla pero que puede y debe consumir, y no carga por otra tan considerablemente los gastos sobre la generación presente, ni hará las secciones tan excesivas en unión del incremento de población ya tenido en cuenta para que provoquen por las variaciones de régimen, oscilaciones en lámina de aguas, que deben reducirse al mínimo, ó reducciones de velocidad que puedan producir depósitos, para que sea práctico reducirlas pasando por el riesgo de contrariar el uso amplio de un elemento tan necesario á la higiene y cultura de una población como el agua, en unas obras que á la higiene y cultura tan esencialmente representan.

Aceptamos, por lo tanto, una cifra total para el segundo grupo de 100 litros por habitante y día.

En cuanto al tercer grupo, ya hemos indicado una cifra de 10 litros, que no conviene exagerar, considerándola como aportación en atención á los excesos ya considerados en las otras, y es por lo demás ya amplia por sí, como se justificará más adelante.

En cuanto á la cuarta agrupación, ofrece dos aspectos, que dan lugar á considerar dos aportaciones máximas, según sean las lluvias ordinarias ó torrenciales.

Respecto á las primeras, ya hemos indicado oportunamente que la lluvia máxima en 24 horas puede considerarse 0m,0614, que da por hectárea y segundo un contingente de 0m³,00707, cuya aportación consideramos que va íntegra á las alcantarillas; no siendo admisible, en este caso, reducción alguna, ni en concepto de pérdidas en empapar el terreno ó evaporación en una superficie toda, cubierta de edificaciones y vías de comunicación, y en un suelo arcilloso como el de Sevilla; que debe suponerse saturado en esta sucesión de lluvias; pues hemos admitido la distribución uniforme en las 24 horas.

En cuanto á las lluvias de gran intensidad y corta duración, ó torrenciales, ya hemos admitido una capacidad de 0m³,166 metros por segundo y hectárea, que responde á una intensidad de 0m,001 por minuto, y una duración de 10 minutos, cuya aportación claro es que tampoco es lógico ninguna reducción en concepto de pérdida por evaporación ó filtración sobre la superficie edificada; y tenemos en consecuencia una aportación para este cuarto grupo 0m³,00707 y 0m³,166 metros cúbicos por hectárea y segundo.

En cuanto á la distribución de estas aportaciones en el transcurso de las 24 horas, es claro que, respecto de la primera y la segunda, varía según las costumbres de la población; y es evidente también que, durante la noche, la evacuacion se reducirá á un mínimo insignificante, distribuyéndose la aportación general desde el amanecer á las primeras horas de la noche, suponiéndose generalmente, respecto de la distribución en este tiempo, que la mitad del volumen se desagua en seis horas, lo que equivale á suponer que este 50 por 100 se evacua de las seis á las doce de la mañana, repartiéndose el resto entre el medio día y el anochecer; sin embargo, nos parece más apropiado á los hábitos y condiciones de Sevilla una distribución más cargada en las seis horas de la mañana; y en este criterio, supondremos que el 75 por 100 de la evacuación se reparte en seis horas, cifras que consideramos apropiadas y prudentes, en atención á los inconvenientes resultantes que ya hemos indicado, y más adelante extenderemos, de un exceso grande en las secciones.

En estas condiciones de establecimiento, resulta un gasto por habitante y segundo para las alcantarillas, en el primero y segundo concepto reunidas, de

$$\frac{(100 + 11,15)\,0,75}{21,600} = \frac{83,464}{21,600} = 0,00381 \text{ litros;}$$

cifra que, por otra parte, es muy poco superior á la calculada generalmente por los autores ingleses, que suponen que el volumen que desaguan las alcantarillas, por habitante y día, es de cinco pies cúbicos en total, y que la mitad de este volumen se desagua en seis horas; lo que da 0,003 litros por la unidad.

Respecto de la tercera agrupación del volumen destinado á limpias automáticas, fijada en 10 litros por habitante y día, cuyo cálculo y estudio hacemos en el lugar correspondiente, y cuyo objeto es hacer circular por las alcantarillas una masa de agua limpia á boca llena, claro es que constituyen una aportación independiente, que no procede estudiar en este lugar ni afecta al objeto.

La cuarta agrupación da, según los cálculos anteriores 0m³,00707 por segundo y hectárea en las lluvias ordinarias, cuya aportación, en las conducciones ya indicadas, claro es que desaguará por las alcantarillas á boca llena; pero no así para las lluvias torrenciales; pues como quiera que las alcantarillas necesitan algún tiempo para que en ellas se establezca el régimen que corresponde á su máxima capacidad y estos aguaceros son de corta duración, hay una diferencia de tiempo que hace inútil calcular las secciones para esa aportación total por segundo que no desaguarán, además de ser absolutamente inconvenientes higiénica, técnica y económicamente.

Como más adelante veremos, la aportación que prácticamente se considera es de 0m,042, que es poco mayor que

$$\frac{0m^3,166}{4} = 41,500 \text{ litros.}$$

Resumiendo cuanto llevamos expuesto sobre la evacuación de las alcantarillas, resulta para la ordinaria y extraordinaria cuyas unidades son respectivamente habitantes y tiempo, y hectáreas y tiempo, lo siguiente:

Evacuación ordinaria. (Habitantes y segundo.)

			Litros.
Aguas y materias fecales....	0,000024 / 0,000347	0,000371	0,00381
Aguas sucias de las viviendas y servicios públicos.....		0,003139	

Incrementos de evacuación máxima. (Hectáreas y segundo.)

	Litros.
Lluvias máximas ordinarias	7,0700
— — torrenciales	32,0000

Evacuación ordinaria. (200,000 habitantes y segundo.)

Aguas y materias fecales	4,80	74,20	762,0000
	69,40		
Aguas sucias de las viviendas y servicios públicos		687,80	

Incrementos de evacuación máxima. (436,6 hectáreas y segundo.)

Lluvias máximas ordinarias	3.086,7620
— — torrenciales	18.337,2000

Evacuación ordinaria total.

	Metros cúbicos.
De 6 á 12 de la mañana el 0,75 del total	16.672,500
En el resto del día el 0,25 del total	5.557,500

POLUCIÓN DE LAS AGUAS

De cuyas cifras haremos uso más adelante, á medida que lo requiera el objeto en el progresivo desarrollo de esta Memoria, pasando por el momento á completar las bases que en este lugar sentamos mediante sucintas indicaciones sobre los principales elementos que acusan en general la polución en las aguas que nos ocupan, independientemente de sus cualidades organolépticas y la distribución en las diversas aportacionas que las componen.

Estos elementos, según las determinaciones analíticas de las bases sentadas en este género de estudios, como ya hemos indicado, son la materia muerta, mineral ú orgánica, en disolución ó suspensión, y la materia viva organizada en seres microscópicos que escapan á la dosificación de los elementos anteriores, aun cuando intervienen con los elementos suministrados por su descomposición, alcanzando excepcional importancia como agentes que son de la circulación de las materias; producen, al mismo tiempo que la putrefacción más infecta, una serie de descomposiciones sucesivas que, trocando en nuevamente solubres elementos orgánicos que la acción de la vida ha insolubilizado, permiten la edificación de nuevas células vivientes con los despojos de las antiguas, siendo esencialmente favorables ó contrarias á la higiene y á la vida, según sean unas ú otras, y su acción de una ú otra forma.

Sabido es que la putrefacción no es más que la manifestación de la vida de estos micro-organismos, y conviene, para la exposición que nos guía, consignar que, en la vasta concurrencia y variada sucesión de estas manifestaciones, es esencialmente necesario distinguir lo que se hace con la concurrencia del oxígeno independiente de la sustancia putrescible de la que se hace sin él.

La primera es una oxidación rápida y continua, y se verifica de ordinario sin olor; la segunda es una reducción ó metamórfosis lenta, en la cual la descomposición de la albúmina tiene lugar por la conversión de oxácidos en ácidos grasos, de nitratos en nitritos, de sulfatos en sulfuros, de donde provienen las emanaciones pestilentes; es la putrefacción como ordinariamente se concibe. Este doble aspecto de la fermentación de la materia orgánica corresponde á los dos modos de nutrición de los micro-organismos en general. La putrefacción lenta es debida á los microbios normales ó forzados, que toman en el medio nutritivo mismo el poco oxígeno que contiene en combinación bastante estable, operando trabajosamente; y por consecuencia, la realización del saneamiento que nos ocupa en general se asienta fundamentalmente en la idea de impedir en todo momento la putrefacción realizada en esta forma, facilitando las oxidaciones incesantes, ayudando á sus micro-organismos y oponiéndose á las reducciones; y de que si éstas se manifiestan, los sulfuros (hidrógeno sulfurado especialmente) estén en condiciones de ser seguidamente oxidados, circunstancias que, realizadas en todos los instantes de la evacuación, depuración y diseminación, aseguran el saneamiento en las condiciones requeridas.

Habiendo ya apuntado, respecto de la evacuación, cómo puede ésta obtenerse en dichas condiciones, vamos á continuar con la exposición de la cuantía de los elementos de la putridez é infección en las aguas antes de tratar de la realización de la segunda parte de la solución del saneamiento.

PUREZA BACTERIOLÓGICA

En cuanto á la pureza bacteriológica de estas aguas, debemos consignar, en primer lugar, que las condiciones que acabamos de precisar como fundamento del saneamiento, son totalmente contrarias á la multiplicación y desarrollo de las bacterias patógenas, en su mayor parte anacrobias, al par que son favorables á la concurrencia vital de los saprofitos; y que si bien es evidente que estas aguas encierran bacterias por millones, en cuanto á la pureza bacteriológica, lo interesante es juzgar si las patógenas que tienen motivo de encontrarse encuentran el verdadero medio de su cultivo espontáneo, ó, en una palabra, según la juiciosa observación de Meade Bolton, distinguir si deben agruparse entre las que se encuentran realmente por accidente y de una manera pasajera, á las que viven como en su medio normal y son verdaderamente acuáticas; siendo á este objeto innumerables las experiencias realizadas para los bacilus tífico, colérico y tuberculoso, cuyos autores no mencionamos en atención á lo extenso de la enumeración y á lo conocidas que deben ser en esta fecha dichas expeciencias, todas conformes en concluir que se conservan algún tiempo en el agua, pero que no se multiplican, siendo su conservación más limitada en las aguas sucias que en las esterilizadas, á consecuencia de la concurrencia vital de los saprofitos propios de éstas, que, más robustos, acaparan la nutrición; hechos probados que, bien entendido, en unión del anterior, ponen de manifiesto la condición de las aguas que nos ocupan, esencialmente distintas de como se canocen vulgarmente, mostrándose en su libre estanque ó esparcimiento, en las poblaciones donde no existen obras de saneamiento, favorecida la fermentación pútrida necesaria para la multiplicación de los anacrobios, y á consecuencia de su acción, destruída la concurrencia de los saprófitos y las demás circunstancias contrarias, al par que fomentados los favorables, estableciéndose el libre proceso de alternativa en las manifestaciones de ambas, tan admirablemente descritas por Pasteur; diferencia esencial y pureza bacteriológica de estas aguas en su acción mediata é inmediata, que por otra parte comprueban infinidad de experiencias de carácter más vulgar, pero no menos esenciales y concurrentes á la misma demostración.

En efecto, según las estadísticas de Murchisson sobre las alcantarillas, consideradas como vehículo de la transmisión de la fiebre tifoidea, se observa el mínimo de casos en una epidemia en las casas unidas por enlaces de evacuación con la alcantarilla pública establecida en condiciones de perfecta conducción y funciones: observaciones hechas y comprobadas por los sabios Lievin en Dantzing, Varrentrapp en Francfort y Virchou en Berlín, y por la experiencia general en las estadísticas de estas poblaciones y las de Londres, Bruselas, Hamburgo, etc., etc., donde se practica el sistema, acusando aquéllas una notable reducción que alcanza al tercio, término medio; mientras que en París, donde la evacuación de las materias sólidas excrementicias estaba prohibida favoreciéndose la putrición y germinación anacrobia en cada una de las fosas establecidas para su retención, alcanza la mortalidad, según los datos estadísticos de Mr. Pignant, una cifra media doble de la de Londres, cuyo exceso atribuye muy esencialmente á las fiebres patógenas, hecho tanto más concurrente á los efectos que nos ocupan, cuanto es sabido, por una parte, que un paseo por el gran colector es una distrac-

ción voluntariamente realizada constantemente; y por otra, que la riqueza en materia orgánica es mayor que en las sólidas excrementicias, en las líquidas que dicho colector recibe juntamente con las demás aguas residuarias de la población, que nada desmerecen en ese aspecto, como más adelante detallamos, de los residuos excrementicios.

Por último, y para concluir con estas consideraciones relativas á la diferencia esencial que señalamos en el concepto bacteriológico de los dos aspectos de estas aguas, nos remitimos á las experiencias de Bouting, Descout y Durand Claye, que prueban que los gases disueltos, ó emanados de los excrementos en putrefacción anacrobia, sin renovación de aire, como sucede en los pozos negros más ó menos perfeccionados, son tóxicos aun en dosis bastante pequeñas, pero que nunca se han encontrado en las alcantarillas en régimen en semejantes dosis, ni aun en la circunstancias más alarmantes; siendo nulo ó encontrandose solamente en algunos sitios, el amoniaco y el hidrógeno sulfurado, á menos de incidentes de origen criminal, como el del boulevard Rochefoucauld, donde los extractores de las materias de las fosas fijas, pagados por metro cúbico en extractos, y no por metro cúbico llevado al depósito central, dejaron correr en las bocas de alcantarilla líquidos de sus toneles, que originó en los canales depósitos pútridos imprevistos y focos de emanaciones que ocasionaron la muerte de cuatro obreros.

ATMÓSFERA

En cuanto á la repartición en la atmósfera de los microorganismos patógenos en su paso accidental por estas aguas, independientemente del aspecto que acabamos de considerar, conviene también dejar sentado que no son tan numerosos como se pudiera creer, á cuya demostración concurre tanto todo lo expuesto á ese efecto desde el comienzo de esta parte de la Memoria, como lo demuestrada inmunidad de las cuadrillas de alcantarilleros constituidas por obreros nómadas en todas las grandes poblaciones, y las notables experiencias llevadas á cabo en París en 1891, que acusan en la atmósfera de las alcantarillas 1,845 bacterias y 4,705 normales del aire puro del campo, por metro cúbico, y 9,375 y 2,430 en el centro de París.

MATERIAS MINERALES ORGÁNICAS DISUELTAS

Las consideraciones que acabamos de exponer son las realmente interesantes al objeto de la higiene; pues claro es que, mientras el principio de evacuación sentado se logre con carácter de persistencia, la cuantía de la materia mineral ú orgánica disuelta que interesa á los usos alimenticios y algunos industriales no afecta á unas aguas que no tienen ese destino; y en cuanto á los contenidos en suspensión, se dirigen principalmente al tecnicismo de las obras, hecha con anterioridad la salvedad respecto de las aguas residuarias industriales.

No nos creemos, sin embargo, excusados de decir cuatro palabras sobre las primeras, antes de ocuparnos de las segundas; pues aun cuando es este asunto ya muy conocido y aclarado en notables discusiones, no huelga á las comparaciones que más adelante precisa establecer respecto de las condiciones de depuración de las aguas de alcantarillas probables para Sevilla, con las de las poblaciones donde obras de la clase que nos ocupan han sido ya ejecutadas, comparaciones necesarias á la justificación de las que proponemos.

En cuanto á las materias minerales disueltas, nada tenemos que decir después de lo anteriormente expuesto y de los conocimientos generales de su aspecto; y en cuanto á las materias orgánicas, son sustancias albuminoides naturalmente solubles, pero que no han sufrido modificación, ó bien las derivadas de estas sustancias, pero se ignoran los medios del análisis químico de la infinidad de cuerpos componentes de ellas, y los procedimientos más perfectos dosifican en conjunto bajo la denominación *materias orgánicas*, sin especificar su naturaleza y propiedades, tanto en el antiguo procedimiento de la cremación, como en el de la oxidación por el permanganato de potasio, como en los demás que se han ideado, fundados, entre ellos el de Frankland, en dosificar los dos elementos principales, carbono y nitrógeno, que entran en la composición de aquéllos; substancias cuyo resultado se presenta en los análisis bajo la denominación, en conjunto, de *materia orgánica* ó parcial, de *nitrógeno orgánico* y *carbono orgánico*, según el objeto y la distinción que precise entre el carácter animal ó vegetal, y fundado el de Levy, al cual su autor ha dado mayor precisión, en dosificar la cantidad de oxígeno necesaria á la combustión de la materia orgánica total, cuyo peso es dado en los resultados del análisis bajo la denominación de *materia orgánica*; pero como quiera que la multitud de cuerpos constituyentes de la materia orgánica de esa manera dosificada, entre los cuales se encuentran unos peligrosos y otros inofensivos, están lejos de encontrarse en idénticas proporciones y con igual simultaneidad en las aguas que así se dicen cargadas de materia orgánica, es muy juiciosa la observación de Arnould, extrañándose de que en libros serios, y aun en instrucciones oficiales, se dé una cifra precisa por litro de materia orgánica así dosificada, debajo de la cual el agua se clasifica como muy pura, mientras que se considera sospechosa ó mala sobre ella, dando lugar á que se rechace un agua buena y se autorice otra que no hay ninguna razón para suponer pura.

Entendemos que basta lo expuesto para sentar cómo deben entenderse los guarismos que se consignan en los análisis químicos sobre la infección de las aguas por la materia orgánica disuelta, á la que sólo debemos agregar, al presente, que la materia orgánica en esas condiciones no puede comunicar al agua la propiedad de transmitir enfermedades específicas ó parasitarias; conviniendo, en suma, abandonar el rigor matemático de las fórmulas de los análisis, sin que esto signifique que quitemos importancia, sea á la acción inmediata de la intoxicación, sea á la mediata, que el agua cargada de materia orgánica puede ejercer, por su uso habitual en la bebida como medio de preparación local y general de la economía, á adquirir las enfermedades infecciosas.

Por último, el amoniaco, principalmente en forma de carbonato amónico, y el nitrógeno en forma de nitratos y nitritos, substancias que provienen de la descomposición da las materias de origen orgánico animal, se dosifican en los análisis como dato de la materia orgánica contenida con anterioridad á ese momento, y así debe entenderse, y no como guarismo de su infección actual.

MATERIAS MINERALES Y ORGÁNICAS EN SUSPENSIÓN

En cuanto á la materia en suspensión, importa distinguir entre la orgánica y la mineral.

Son las primeras despojos animales ó vegetales extremadamente variados: fragmentos de algodón, de lana, pluma, despojos alimenticios, expectoraciones y glóbulos muertos, células vegetales, diversos fragmentos de fibras leñosas musculares, despojos cadavéricos, etc., etc.; substancias todas ciertamente muy repugnantes, pero cuya acción en la higiene responde á la parte soluble y á la acción anacrobia de que ya nos hemos ocupado, y en las condiciones que hemos sentado y en que han de considerarse, presentándose, sobre todo, á la solución técnica y en noción de cantidad; pues ni los despojos cadavéricos, ni las materias fecales, pueden, por sí mismas, transmitir agentes virulentos ó bacterias patógenas si no provienen de agentes alcanzados de afecciones bacilares, ni la acción mecánica de estos despojos es otra que la de las substancias indigestas que, siendo poco graves, es fácil de evitar.

En cuanto á las materias en suspensión de origen mineral, excepción hecha de las substancias tóxicas positivas, plomo, arsénico, mercurio, etc., etc., que pueden llegar en el agua á favor de negligencias en las industrias ó por accidentes de origen criminal, aspecto de que oportunamente nos hemos ocupado, afec-

tan esencialmente á la higiene en la fracción que se debe á la transformación de las materias orgánicas, y esto poco acentuadamente, pues la dosis en que se encuentran es muy pequeña, encaminando la importancia como para las orgánicas en suspensión respecto del aspecto técnico de la evacuación y diseminación; y son estas materias en suspensión la base primera de la resolución del problema del saneamiento, y su gran dificultad desde el momento que, entorpecida su evacuación, diseminación y oxidación, se presentan la fermentación anacrobia y los depósitos pútridos con todas las consecuencias fáciles de deducir de lo anterior, como sucede en las poblaciones excepcionales, como Londres, de que más adelante nos ocupamos.

INFECCIÓN RELATIVA DE LAS VARIAS APORTACIONES.—FECALES.

Veamos ahora la cuantía material de estos elementos, que hemos de considerar para Sevilla en las diversas aportaciones señaladas.

Independientemente de los primeros elementos, considerados los cuales como es lógico, escapan á una dosificación y clasificación media en la composición de las materias excrementicias de una población nivelada de los dos sexos y edades, la relación entre los excrementos sólidos y líquidos es de 1 á 13, ó sea una proporción de 93 por 100 de líquidos, y 7 por 100 de sólidos, según las cifras medias de los higienistas ingleses, cuyas substancias reunidas, conteniendo una gran proporción de agua variable del 73 al 75 por 100, dosifican en nitrógeno por individuo y día, término medio 0k,011,812, de cuya dosificación 0k,010,396 está en los líquidos, y 0,001,116 en los sólidos, ó sea una proporción ocho veces menor en éstos que en aquéllos, cuya consecuencia lógica es su menor influencia en la producción de la infección, al contrario de la preocupación corriente.

En consecuencia de los mencionados datos prácticos, que deben considerarse como un límite superior, pues responde al medio entre grandes poblaciones en que el número de adultos es considerable, la cubicación de 1,15 litros que para las materias fecales hemos señalado, se fracciona en 1,07 litros líquidos, y 0,08 sólidos, cuya densidad, algo superior en conjunto á la del agua, es sensiblemente la misma en la fracción sólida.

AGUAS BLANCAS

En cuanto á las aguas sucias de las viviendas y servicios públicos, conocida su índole especial, la proporción de elementos en disolución y suspensión, varía mucho en relación con las circunstancias expresadas al comienzo, haciendo muy aventurada la consignación de términos medios, tanto más cuanto no sólo varían las proporciones de una ciudad á otra, sino que en una misma varían en cada estación, en cada distrito y hasta en cada hora del día; pero en defecto de esto, al objeto que á nosotros interesa es suficiente un límite razonablemente aproximado de los elementos con que hay que luchar para hacerlo intervenir en las consideraciones que más adelante siguen.

Desde luego se comprende que, en cuanto á elementos de infección de todas las clases consideradas, poca diferencia puede existir entre esta aportación y la correspondiente á la que hemos denominado *aguas y materias fecales*, pues se reunen en ellas las aguas de cocina, de aseo, de baño y de lavado de todas clases, así como las que corren por el arroyo, manifiestamente ricas en materias orgánicas, y, en consecuencia, putrescibles, como llevando restos epidérmicos, secreciones, impurezas y restos adherentes á los utensilios, á los paños, á los muebles, á los muros y á los suelos; siendo además notablemente peligrosas si han lavado algún varioloso, la boca de algún diftérico, ropas de coléricos, esputos de tuberculosos; y así está hoy admitido, tanto por la experimentación práctica como en las discusiones establecidas entre distinguidos higienistas é Ingenieros, muy particularmente al tratar de implantar en París el sistema inglés, llamado en Francia de *tout l'egout*, que al fin se ha decidido, y cuya repugnancia á aceptarlo tantas vidas ha costado, ante el temor, precisamente, de herirlas con los incrementos de pestilencia y microorganismos que se suponía lanzar á las alcantarillas con las materias fecales, y muy particularmente la parte sólida, que, sobre todo, se retiene de la evacuación por la alcantarilla, concurriendo á estos efectos las experiencias de Franklan y Durand, ya mencionadas, con las de Fried Lander, para quince ciudades inglesas de pozos negros, y las de Vauthiers para París, recogidas y analizadas por Arnould, así como las de los comisionados ingleses sobre la polución de los ríos Raports Mersey And Rible Basins, que 10 toneladas de la aportación total de fuerza media son equivalentes á 12 de la aportación que nos ocupa separada, cuyas experiencias hemos creído conveniente señalar como propias para sentar la idea del aspecto que presentan las diversas aportaciones de evacuación que nos ocupa.

(Se continuará.)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA [1]

(*Continuación.*)

CONJUNTO

En conjunto, la reunión ofrece variaciones bastante sensibles, de que dan idea los análisis resultantes de infinidad de experiencias para París, Londres, Bruselas y Berlín, llevadas á cabo por Durand Claye, Voelcker, Peterman y Muller, que dosifican en las materias orgánicas solubles 45 mgs., 99mgs., 136 mgs. y 100 mgs. de nitrógeno por litro, cuyas cifras indican un mínimum para París que, con la máxima distribución de aguas, posee gran número de aparatos aisladores; y el máximum á Bruselas, que sólo contaba en la fecha del análisis con 75 por habitante y día, y practicaba el sistema inglés en toda la población, cuya cifra evidentemente puede considerarse como un máximum aproximado á la probable para Sevilla, tanto por disponer de mayor consumo de agua por habitante y día, lo que disminuye la fracción por litro que corresponde á la disolución 11 gs.,812 de nitrógeno de las aguas y materias fecales, y la correspondiente á los residuos de la población, como por ser menor indudablemente esta fracción, que responde á los restos de una ciudad de vida menos activa, sin que por ello creamos que se distancia mucho la proporción que buscamos, que tiene un límite mínimo de 91 mgs. de nitrógeno por litro, según las cifras que dejamos consignadas más atrás, en el supuesto que se consuman desde luego los 130 litros, de que también con anterioridad dejamos hecha indicación; resultando que deja un margen de 45 mgs. de nitrógeno para aportación, segregadas las aguas y materias fecales, cuyas cifras, en el supuesto de una distribución de aguas de 250 litros, que es la correspondiente á Berlín, por ejemplo, descenderían respectivamente á 58 mgs. y 16 mgs., con un total de 74 mgs. y una diferencia en menos á Berlín de 26 mgs., que más bien parece excesiva, no obstante las diferencias de ambas poblaciones; creemos, pues, oportuno adoptar, como cifra probable en lo sucesivo, la de Bruselas, cuando se considere como elemento de infección, pues desde luego no han de consumirse los 130 litros aceptados, y á reducirla entre este límite y el mínimo cuando se considere como elemento útil.

La potasa y el ácido fosfórico acompañan al nitrógeno en los elementos de las aguas de alcantarilla, en proporciones que, según las consideraciones anteriores, pueden calcularse una máxima de 104 mgs. y 67 mgs., y una mínima de 32 mgs. y 26 mgs. respectivamente.

Según las indicaciones que más atrás dejamos expuestas, aun cuando las aguas que nos ocupan conviene, para considerar una muestra, dosificarlas en general, según las materias minerales y orgánicas, solubles é insolubles, para el caso en que se discuten sólo composiciones presentes probables, lo esencial nos parece dosificar la materia orgánica entre guarismos límites, como lo hemos hecho en conjunto bajo la denominación de *nitrógeno*, comprendiendo tanto las solubles como las insolubles, para tenerla en cuenta, sea como elemento de infección, sea como elemento aprovechable; y análogamente con las materias minerares, dosificándolas posteriormente en conjunto, como elemento en suspensión, tan interesantes para el tecnicismo de la evacuación y para la infección misma, por los depósitos que pueden ocasionar.

Estas materias en suspenso alcanzan en conjunto cifras variables de 3 g. por litro, que ha tenido París, aun cuando hoy día la proporción ha disminuído á 1g,819, á consecuencia de la sustitución de los firmes macadan por entarugados á 0g,100, que alcanzan gran número de poblaciones pequeñas, cuyas cifras corresponden, á 1g,321 y 0g,0093 en inorgánicas, y 0g,488 y 0g,0907 en orgánicas, las cuales deben considerarse como límites extremos para Sevilla; debe observarse que en París, á consecuencia de su gran circulación, la naturaleza de sus vías y sus industrias, presenta mayor cifra en la materia inorgánica que en la orgánica; al contrario de lo que sucede, por regla general, aun en las ciudades que practican, como allí sucede, sistemas aisladores; así es que, para establecer la comparación de las cifras proporcionales de inorgánicas, debe considerarse la de París como reducida, descontadas las circunstancias excepcionales, á 0g.498, ó muy poco superior como máximo; así es que la desproporción entre esas cifras parciales antes consignadas no es tan grande como á primera vista parece, consideradas en abstracto.

Para Londres, las materias en suspensión, que acusan en conjunto 1g,300 próximamente, se dividen en 0g,850 y 0g,150 en inorgánicas y orgánicas, que acusan como París, y por análogas razones, la proporción inversa de la generalidad, aunque no tan exageradas por el esmero ya consignado con que en la capital inglesa se hace la limpieza pública, siendo de estas cifras las mínimas medidas consignadas antes el 1,50 y 18,50 por 100, correspondiente en números redondos; cifras que, aceptadas para Sevilla, no son, á nuestro entender, reducidas; pues si bien por una parte Londres tiene una distribución de aguas que en la época del análisis se evaluaba en 180 litros por habitante y día, los 50 litros que la diferencian de Sevilla no determinan una desproporción tan grande que anule la influencia de la menor diferencia industrial de tránsito y demás que existe entre ambas poblaciones como determinante de las materias que nos ocupan, y que más atrás quedan ligeramente enumeradas; pero, no obstante, y señaladas las anteriores cifras como indicación nada más de la idea que conviene tener respecto de la cuantía de estos elementos, como quiera que pecar por exceso en la apreciación de esas cifras no tiene en este caso desventaja en el concepto que las consideramos, y por el contrario, favorecerá las condiciones de las obras, induciendo á acentuarlas, no vemos inconveniente en adoptar proporciones más crecidas, que pueden ser las deducidas, y ya citadas, por Fried Lander para quince ciudades inglesas de actividad media, que son 0k,000,445 en total distribuídas 0k,000,241 en inorgánicas y 0k,000,204 en orgánicas, dando, en conclusión, las consideraciones que anteceden las proporciones siguientes por litros supuestos para Sevilla:

		Gramos.
Nitrógeno		0,136
Acido fosfórico		0,104
Potasa		0,067
Materias en suspensión	Minerales	0,241
	Orgánicas	0,204

cuyas cifras, tenidas en cuenta en el cuadro de aportación, dan los resultados siguientes:

(1) Véase el núm. 1332 correspondiente al 4 de Abril.

Evacuación ordinaria total en seis horas (6 á 12 mañana).

		Kilos.
Nitrógeno	Aguas y materias fecales	0.217,600
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	2.040,000
Potasa	Aguas y materias fecales	0.107,200
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	1.005,000
Acido	Aguas y materias fecales	0.166,400
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	1.560,000
Materias orgánicas en suspensión	Aguas y materias fecales	0.325,400
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	3.060,000
Materias minerales en suspensión	Aguas y materias fecales	0.385,600
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	3.615,000

Evacuación ordinaria total en diez horas (12 de la mañana á 10 de la noche).

		Kilos.
Nitrógeno	Aguas y materias fecales	0.72,533
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	0.680,000
Potasa	Aguas y materias fecales	0.35,400
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	0.335,000
Acido fosfórico	Aguas y materias fecales	0.35,400
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	0.520,000
Materias orgánicas en suspensión	Aguas y materias fecales	0.108,500
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	1.020,000
Materias minerales en suspensión	Aguas y materias fecales	0.128,533
	Idem sucias de las viviendas y servicios públicos	1.205,000

DEPURACIÓN Ó MEJORA Y DISEMINACIÓN DE LAS AGUAS DE ALCANTARILLA

Con estos antecedentes, de que haremos uso oportunamente, pasamos á ocuparnos de las condiciones en que se presenta la solución de la segunda parte del problema planteado, á cuyo efecto ya hemos indicado dos sistemas generales que abarca el *tratamiento indirecto ó artificial*, y el *directo ó natural*, comprendiendo ambos la depuración ó mejora y diseminación.

El primero abarca de una manera general la separación de las materias sólidas de las líquidas y los medios ideados para la depuración individual de cada una, sin ó con aprovechamiento posterior.

TRATAMIENTO ARTIFICIAL

En cuanto al resultado de estos sistemas como efecto real de depuración, aparte del afecto individual de los inventores por sus procedimientos, que les induce á naturales exageraciones en la enumeración de los resultados por obtener, la opinión está formada, experimental y científicamente, reduciendo su importancia á un recurso de necesidad, carácter que, en suma, ha sido también reconocido colectivamente por los mismos al protestar de las conclusiones del Congreso de higienistas alemanes, reunidos en Francfort en Septiembre de 1888, en que, previa la manifestación del interés con que ha examinado los sistemas de depuración artificial, persiste en creer que ninguno de estos sistemas resuelven el problema, de cuyas consideraciones protestan los inventores que habían presentado los sistemas, diciendo que estaban perfectamente de acuerdo en que la depuración artificial no debía plantearse más que donde sea absolutamente necesario, pero que consideraban lo suficientemente perfeccionados sus sistemas para poder recomendarse donde, siendo necesaria la depuración, no fuera posible por el suelo, procedimiento de que más adelante nos ocuparemos.

Estas manifestaciones dan una idea precisa de la unidad de criterios que reina en la apreciación del carácter indicado de los procedimientos químicos de depuración, ó mejor dicho, mejora artificial de las aguas de alcantarilla, que no sólo ofrecen el inconveniente de no precipitar al máximo cantidades que alcancen nunca el 40 por 100 de carbono orgánico, y el 50 de nitrógeno disuelto, como es lógico, no teniendo combinaciones insolubles los reactivos conocidos, cal, sales de aluminio, hierro y magnesio, con el nitrógeno amoniacal ni con la potasa, sino que tropieza con otras dificultades de la índole, por ejemplo, de la que ocasiona la cal, el gran depurador químico hasta aquí, cuya proporción tiene que limitarse, ó contrarrestar su acción por otra substancia, pues un exceso conduce á disolver parte de la materia orgánica en suspensión, dando como resultado un agua más cargada de substancias orgánicas en disolución, que, considerada inocua y con la limpieza que sale de los depósitos, es incalculablemente más peligrosa que lo era antes, tanto por esas substancias disueltas, y esas apariencias límpidas, como porque está probado hasta la saciedad que dichas aguas conservan los microorganismos por millones, y que apenas se neutraliza la momentánea acción de la cal por el ácido carbónico, las bacterias de la putrefacción pululan como antes; estas consideraciones son cumplidamente aplicables á los procedimientos electrolíticos ideados para tratar estas aguas, de los cuales los más notables, el de Hermite, se ensayó en el Havre, con tan mediano resultado, que se abandonaron; y el de William Webster, descrito en una Memoria leída á la Asociación Británica en 1889, según el inventor, alcanzaba como resultado una reducción de 61 por 100 en las materias en disolución, y en las bacterias de 5.000.000 á 650; y por último, según las conclusiones de M. de Freycinet, en su obra *Emploides eaux d'egout*, la prudencia aconseja no esperar el éxito en un sistema donde tantas tentativas han fracasado, y que hay que fundar en el descubrimiento de alguna substancia hasta hoy desconocida, que permita resolver el problema de un modo satisfactorio (aparte de los esenciales defectos enumerados, á los que hay que agregar la dificultad que presenta el manejo de los volúmenes de materias contaminosas que hay que tratar, 22.250$^{m^3}$ líquidos y 2.225$^{m^3}$ sólidos á los efectos de la división del tratamiento, en atención á que la separación hay que hacerla en depósitos por decantación, una vez dosificados los líquidos, y siempre queda un 10 por 100, que es lo que á estos efectos se llama porción sólida, en condiciones higiénicas medianamente aceptables, aleja toda esperanza de poder obtener de las obras en el tiempo otro resultado que el poco satisfactorio indicado; en su aspecto económico se aproximaría el coste de estas obras para Sevilla á 4.100.000 pesetas para los líquidos, valuado aproximadamente en tres fracciones de tres millones, un millón, 100.000 (decantación, tratamiento, agotamiento de aguas claras, extracción de sólidos); la primera de tres millones, valuado al precio bajo de 45 pesetas por metro cúbico; la segunda, de casa de máquinas, pozo, máquinas y bombas, deducida, como en la solución que proponemos; y la tercera, de obras accesorias, galería de desagüe al río y otra, que, sumadas al importe probable del tratamiento de los sólidos, calculado igualmente en tres partidas, de 67.500, 210.000, 25.000; la primera de un depósito de 1.500 metros cúbicos para depurar la parte líquida; la segunda, de eyectores, bombas, máquinas, tuberías, etc., valuada al precio de L. 0,10 por habitante en Inglaterra; y la tercera, de obras accesorias y tuberías de desagüe al río, dan un total de ejecución de 4.403.500 pesetas, con un gasto de explotación que no baja de un 7 por 100, ó sea, 308.235 pesetas, que, con amortización é intereses de los gastos de primer establecimiento, suman 554.285 pesetas, sin tener en cuenta otras circunstancias, como las que ocasionaría la dificultad de desembarazarse rápidamente del volumen diario de sólidos tratados, y mucho más de detalle, que

acusan notable complicación y coste; condiciones todas que, en unión de las anteriores, creemos suficiente para eliminar este procedimiento de su aplicación á Sevilla, como medio de resolver el problema; pues, como demostraremos, hay posibilidad de adoptar otro medio de mejor diseminación, mucho menos costoso, de condiciones mejores de ejecución y explotación, y que resuelve el problema de tránsito al medio real y único hasta el día de dupuración natural por el suelo.

TRATAMIENTO NATURAL.—UTILIZACIÓN AGRÍCOLA

El procedimiento natural ó de depuración de las aguas por filtración á través de un suelo permeable de espesor suficiente encima de la capa de agua inferior y en condiciones de facilitar las salidas de las filtradas, sea por su pendiente natural, sea por un avenamiento artificial, es el más perfecto, filosófica y prácticamente considerado. Al recorrer el ciclo de las transformaciones de la materia devuelve sus elementos á la tierra, que al recibir la riqueza perdida en proporción sensiblemente la misma paraliza el constante empobrecimiento de la desproporción de las pérdidas de la recolección (nitrógeno, potasa y ácido fosfórico) y la restitución de la atmósfera y el agua (carbono é hidrógeno) determina. Este resultado no ha podido obtenerse por los procedimientos artificiales que dejamos indicados, y cuyos intentos en este sentido, cuantas veces se han iniciado, han producido la ruina de gran número de sociedades creadas en la aspiración del más brillante porvenir, lo que se comprende, por otra parte, previa las indicaciones de sus condiciones; pero todavía no serían aquellas condiciones ventajas suficientes para determinar en pro del sistema que nos ocupa, si no reuniese á ellas, como lo hace al mismo tiempo, igual perfección en principio en sus resultados como medio de depuración, y así lo comprueba el testimonio diario de la naturaleza y el conjunto de resultados del análisis, y la experimentación científica debida á Flankland, Pasteur, Marié, David Schloering y Muntz.

El proceso de la depuración comienza por una filtración natural que, á una profundidad variable de $0^m,20$ á $0^m,30$, separa del agua las materias insolubles, á partir de cuya profundidad comienzan los fenómenos químicos de combustión de la materia orgánica disuelta, debido á la extensa superficie que el agua, por la involución de cada partícula de tierra en una capa líquida extremadamente delgada, presenta á la acción del oxígeno del aire interior, combustión lenta que reduce las impurezas orgánicas en ácido carbónico y nitrógeno, fenómeno á que escapan las materias insolubles retenidas en la superficie. Pero el proceso de la depuración sería incompleto si otros fenómenos químico-orgánicos no vinieran á manifestarse, produciendo la nitrificación por la acción que transforma el nitrógeno de la substancia orgánica en ácido nítrico, mineralizándolo y haciendo posible su absorción por las raíces de los vegetales, cuya notable propiedad de las tierras arables es debida, según los trabajos de las eminencias antes citadas, á micro-organismos propios de esas tierras; lo son también de los fermentos de las aguas de alcantarilla, y de aquí la purificación por su paso á través de un suelo permeable, si bien la nitrificación que, una vez iniciada, continuará con la versión de las aguas, tardará algo más en manifestarse.

Hoy nadie pone en duda esta facultad de un suelo poroso; y en cuanto á los temores de infección, que no son de suponer en un medio oxigenado y húmedo, han sido amplia y perfectamente debatidos en las Cámaras francesas, en el Congreso de higienistas alemanes, en informes y Memorias de representantes tan ilustres y universales como Durand Claye, Koch, Heracus, Dencke, Finkler, etc., etc., que consideramos innecesarias en la fecha presente, en que es perfectamente conocido y apreciado, insistir sobre las condiciones de perfección que reune y la amplitud con que satisface en principio como medio de depuración, aprovechamiento de riqueza é idea á todas las exigencias, si bien en la práctica no ha tenido extensa aplicación hasta la fecha, por consideraciones de otra índole que impiden generalmente su implantación simultánea con las obras de evacuación, salvo contadísimas excepciones, de poblaciones que, sobre ser notablemente ricas, poseen en sus alrededores terrenos de condiciones de depuración y de cambio de cultivo, y que comienzan por expropiar, con anterioridad á la redacción del proyecto de evacuación, la extensión necesaria, como lo hizo Berlín, invirtiendo en ello 15.000.000 de pesetas; procedimiento que se impone, pues claro es que no puede procederse, para aplicar este sistema, de otro modo que con la previa garantía de los terrenos; y claro es que son pocas las ciudades que pueden expropiarlos en cantidad suficiente para utilizar las aguas de alcantarilla, sea porque lo impidan sus cualidades propias, sus condiciones de propiedad, su costo, su agrupación, su situación, etc., etc.; prepararlas, después conducir las aguas, establecer un nuevo sistema de cultivo apropiado y dar á éste precio por el consumo, dificultad que no es de las menores en las pequeñas ciudades para los cultivos más apropiados, como legumbres, praderas, árboles frutales y plantas industriales; siendo bien patente que una empresa de esta importancia no debe emprenderse sin el concurso de los propietarios del suelo, cuyo concurso no puede obtenerse más que venciendo las oposiciones, los hábitos y las necesidades contraídas de cultivo, para hacer adoptar las nuevas, previa la inversión é inutilización de capitales considerables por aquella empresa; lo cual requiere largos años, durante cuyo tiempo, la casi totalidad de las ciudades que poseen terrenos capaces, han comenzado por limitarse á la estricta depuración que responde á la satisfacción de las necesidades de saneamiento más urgentes, forzando la dosis de agua por hectárea para reducir el mínimo de éstas, y establecimientos accesorios, prescindiendo en absoluto de toda idea de aprovechamiento, y cambiando sucesivamente de terrenos á medida que la aglomeración de materias minerales impedía la oxidación de las nuevas aportaciones de inmundicias, sin que puedan preocuparse de retardar este momento, puesto que entonces esta filtración, que no es ayudada por las plantas, necesitaría más extensión que el riego; pero esta estricta depuración, que se limita á la filtración como medio de diseminación, carece, claro es, de las perfectas condiciones del riego; suprime casi en completo las probabilidades de ingresos; reduce los gastos de establecimiento á lo sumo en un 30 por 100, sin estar exento de las dificultades generales señaladas, de que buena prueba ofrece París, que habiendo aprovechado durante algunos años en fuerte dosis, sobre la llanura de Gennevilliers, una fracción de sus aguas, están éstas, en la actualidad, acusando la obstrucción por la aglomeración de materias mineralizadas; entre tanto continúa la evacuación en general de las aguas al Sena, y la Municipalidad de París sostiene interminables pleitos con las lindantes, que se niegan rotundamente á la admisión en sus terrenos de las aguas de alcantarilla.

Estas indicaciones nos parecen suficientes para sentar la conclusión, ya indicada, de que siempre que pueda plantearse un medio de depuración aceptable transitoriamente, entre tanto se resuelve en debidas condiciones el de la depuración y aprovechamiento por el suelo, no debe intentarse esto desde luego, quedándonos por examinar con algún detenimiento este medio de transmisión para Sevilla, sobre los riegos que se resumen en la filtración indicada y la versión al Guadalquivir.

JOSÉ OCHOA.

(Se continuará.)

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA (1)

(*Continuación.*)

FILTRACIÓN

La filtración requiere, como hemos indicado, para el riego, solamente que en condiciones más acentuadas, una extensión de terreno permeable suficiente de un espesor bastante sobre la capa permeable, y condiciones de pendiente en ésta para producir la evacuación.

En cuanto al primer punto, se calcula una dosis de 8.000 á 10.000 metros cúbicos por hectárea y año, cuando se destinan al riego; y una dosis veinte veces mayor cuando se destinan á la filtración; cifra que, en las condiciones geológicas descritas para Sevilla, sería, aun reducida en un 10 por 100, quizás exagerada, en cuyas condiciones requiere una extensión de terrenos, para los 17.000 metros cúbicos de aportación diaria, de 310 hectáreas, conceptuándoce suficiente en el caso favorable, y para las dosis indicadas, un espesor de 1 á 2 metros; cifras que, á pesar de las ventajas de esta solución, y aun prescindiendo de la tramitación y coste de un expediente de expropiación de esta índole, y de la adquisición de terrenos, obliga á desecharla; pues ni aguas abajo de Sevilla, en el valle del Guadalquivir, y ni en el Guadaira, se encuentra semejante extensión de terreno en esas condiciones, que, por otra parte, habría que buscar fuera del alcance de la inundación directa ó indirecta, á considerable distancia y altura, haciendo una verdadera conducción forrada para llevar las aguas, que, con los accesorios de depósitos, máquinas, tuberías, acequias y accesorios de la versión, daría más importancia, técnica y económica, á esta obra, que tiene la importante conducción de aguas potables que la población disfruta, presentándose como preferible á este medio plantear el problema de los riegos en toda su extensión, que, por su inmenso coste relativamente á los recursos de Sevilla, hemos desistido de acompañar á este proyecto, y que merece detenido y amplio estudio, independientemente de él, para no conducir á desastrosos resultados; quedándonos después de lo expuesto, como recurso, por estudiar la posibilidad de aprovechar el Guadalquivir como medio de depuración y diseminación provisional.

VERSIÓN Á LOS RÍOS

La versión de las aguas de la alcantarilla á los ríos, que, como hemos dicho, se ha practicado en la mayoría de los saneamientos ejecutados en fecha reciente, Francfort, Colonia, Munich, etcétera, etc., como solución á la posibilidad de implantación inmediata del sistema de *tout á l'egout*, que en este proyecto se propone, no reviste sólo el carácter de un medio cómodo y económico de desembarazarse de las aguas de canalización, sino que, científicamente, tiene los mismos fundamentos que el sistema de depuración por el suelo, fundándose, como hemos señalado en éste, la depuración en la transformación de las energías potenciales químico-orgánicas en energía térmica, y la diseminación en la utilización de la energía mecánica en estado cinético y potencial respectivamente, desarrollándose en ambos sistemas simultáneamente la manifestación de los dos procesos, é interviniendo esencialmente, tanto en éste como en aquel sistema, la acción de los micro-organismos inferiores como elementos determinantes de la oxidación, circunstancia esencial que más atrás queda señalada, y en la que en este caso son también agentes, en cierto modo, los vegetales y los animales superiores, ayudada esta acción, aquí como allí, por la división de las materias que en este caso pudiéramos llamar precipitación favorecida en él por el rozamiento sobre el fondo y los bordes del río, y por la presencia de carbonatos cálcico y magnésico, así como por el movimiento, diversidad de velocidades de los filetes de la masa que multiplica los contactos con el aire atmosférico y la luz solar, como está plenamente demostrado; así, si en un caso se requiere porosidad en el terreno, superficie y profundidad, que determina una relación de volúmenes en los elementos del sistema de depuración, en el segundo se requiere, de una manera general también, movimiento y volumen, que establece la misma índole, aprovechándose igualmente en un caso como fuerza de diseminación la energía potencial correspondiente á la profundidad de la capa impermeable y á la pendiente de ésta; y en el otro, la correspondiente á la energía mecánica en estado cinético y potencial que las aguas traen en el punto de recepción correspondiente á su masa y pendiente del canal de evacuación; semejanza que no tienen estos sistemas sólo en su fundamento científico, sino que también lo tienen en el concepto de aprovechamiento de la riqueza, la que, siendo de apreciación inmediata, lo prueban también los ejemplos prácticos, como sucede en el Manzanares, que después de haber recibido las inmundicias de Madrid, riega, río abajo, infinidad de terrenos, que aportan rendimientos considerables á los ordinarios, diferenciándose ambos sistemas, esencialmente, en los resultados que han dado en la práctica, favorables ó limitadamente contrarios en el primero, y en el segundo variables desde la negativa absoluta como depuración y diseminación á un completo y satisfactorio resultado en ambos aspectos, y cuyas causas obedecen: en el primero, al estudiado uso que se hace de los factores por intervenir antes de implantarlo, tanto por la elección del primero, como por las condiciones en que se hace llegar al otro; y en el segundo, por el aprovechamiento inmediato que se ha hecho de las aguas corrientes, aprovechando lo económico del sistema, sin tener en cuenta, ni las condiciones ó importancia de la corriente, ni las condiciones de las aguas que se vierten concentradas, cargadas de tóda clase de inmundicias y materias sólidas, y en estado general corrompido y putrefacto, originado por defectos de la red de evacuación y la reunión de todas estas circunstancias, en más ó menos grado, da la diversidad de resultados, que igualmente hubiera producido el otro sistema; pues claro es que, si en una superficie pequeña ó en un espesor de terreno poco profundo ó poco permeable, se echa desproporcionado cubo de aguas de alcantarillas, seguidamente se produciría la putrefacción, aun cuando éstas llegaran en condiciones debidas de evacuación, como se produciría si en una extensión suficiente de permeabilidad y espesor requeridos se hacen llegar las aguas cargadas de detritus sólidos en gran cantidad, ó putrefactas por defecto de la red de evacuación.

Claro es que, con lo anterior, no queremos preconizar un sistema que llegamos á considerar en último lugar; pero como quiera que por sí se impone en el caso que nos ocupa, no nos parecen fuera de lugar algunas consideraciones sobre la diversidad de resultados que el sistema ha ofrecido.

Entre varios, pueden citarse, como resultados en pro, el Oder, que recibe las aguas de Breslau, y á 32 kilómetros ha recobrado su pureza, según los análisis de Huelna; y el Trent, que recibe las aguas de 2.000.000 de habitantes, y á unos 20 kilómetros, según Haukleg, da aguas químicamente puras á Voltinghan, así como La Wupper, infestado en Elberfeld, es tan puro y limpio en Oplanden, algunas millas más abajo, que las aguas se usan en operaciones tan delicadas como la tintorería; y el Manzanares, ya citado, que recibe las aguas de Madrid y no produce quejas de ninguna clase; é infinidad de otros ejemplos que no creemos necesarios enumerar, pasando á ocuparnos de la polución de los ríos en Inglaterra, y de los ejemplos de defectuosos resultados que, como veremos, radican en la polución industrial ya mencionada, y en la versión á los ríos de aguas en todas las condiciones, indicadas también.

(Se continuará.)

(1) Véase el núm. 1832 correspondiente al 4 de Abril.

OBRAS DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA [1]

(*Continuación.*)

Muestra el Támesis un ejemplo de espontánea depuración, pues después de haber recibido las inmundicias de 500 000 personas en todo su trayecto, llega en buenas condiciones á Londres, sin vestigios apenas de amoniaco, y lo surte de aguas en la exclusa Teddington, donde deja de existir como río independiente, con un caudal medio de 35 metros cúbicos, máximo de 370 y mínimo de 20, según las cifras consignadas en el estudio de la cuenca del Támesis y su estuario por Eliseo Reclus.

A partir del Teddington, cambian seguidamente las condiciones del sistema, y comienza la polución del río, que ya no cesa en el resto de su trayecto, é incrementa sucesivamente en el tiempo; la polución, por la vida activa é industrial de Londres, inmensa y universalmente conocida, que llega al río por la atmósfera, como por los 500.000 metros cúbicos que evacuan en los colectores generales 132 kilómetros de alcantarillas receptoras, de la evacuación de 6.400 de alcantarillas secundarias, que reciben la aportación de 23.000 calles de asombroso tránsito, cuya interminable longitud bastaría á alcanzar y exceder al extremo meridional del Indostán, á través de toda Europa y el Asia Menor; y 700.000 edificios, albergue de 5 millones de habitantes, que constituyen la aglomeración inmensa que se incrementa en 100.000 habitantes cada año, y más de una casa de cada hora, que es como si una aldea de 274 habitantes surgiere cada día, tomando puesto avanzado sobre la llanura, semejante en su marcha inexorable al desarrollo de un gran fenómeno de la naturaleza, según la cifra y la frase del autor mencionado.

En estas condiciones, y buscando las de establecimiento del sistema, se han prolongado los colectores de ambas márgenes hasta 22 kilómetros de la ciudad, en una zona donde el río tiene más de 700 metros de ancho, y donde la marea se traduce por diferencias de nivel de varios metros, sin que se haya logrado la realización del proceso de depuración y diseminación por defecto muy esencialmente de este último, como lo prueban los depósitos de materias estancadas, que aumentan cada día por una parte; y por otra, la marcha de las materias hacia el interior de la población, no obstante las enormes sumas invertidas en la ejecución de depósitos reguladores de la versión para aprovechar la energía cinética de la corriente, sumándola á la favorable del flujo y evitando la contraria del reflujo.

Estos resultados, sin embargo, negativos, no deben determinar juicio en contrario del sistema que nos ocupa, tratándose de un caso excepcional, en que intervienen, por una parte la evacuación de las aguas de la aglomeración más grande de gentes que probablemente ha existido, y de un río cuyo cauce sólo mide 11.888 kilómetros cuadrados, que derraman 100 milímetros á la corriente de los 650 que reciben, haciendo evidente el desequilibrio de la relación del sistema en este concepto, y determinando la polución del Támesis, no como ejemplo en contra de la versión á las aguas corrientes, sino en contra de la versión al mar en las costas libres, basada en el supuesto de que las masas de materias orgánicas contenidas en las aguas de alcantarilla serían bañadas y dispersas exclusivamente por la masa enorme de aquéllas; experiencia hecha en las mejores condiciones, con igual resultado, en varias poblaciones inglesas del litoral de la Mancha, manifestándose los depósitos estancados y aumentando progresivamente su influencia, no obstante la acción de las oscilaciones de la marea, que se traducen por diferencias de nivel de varios metros; inconvenientes puestos, por otra parte, de manifiesto por la Comisión parlamentaria francesa de 1885, entre los cuales es muy interesante el que reviste el aspecto de la conducción en canales ó tuberías cuando la distancia se acrecienta en condiciones y en tiempo, poniendo de manifiesto que la versión al mar sólo es aplicable para límites reducidos de distancia y en condiciones especiales de la costa, como acantiladores de gran profundidad, rompientes, etc., etc.

El aspecto de la polución del Támesis, que acabamos de considerar, repetido con igual intensidad en los ríos que asientan en sus riberas las grandes poblaciones industriales de Inglaterra, llegó á adquirir carácter tan alarmante, muy principalmente por las aportaciones de estos residuos industriales, que en 1865 el Parlamento intervino, oficialmente, formándose la primera *Rivers pollution commision*, seguida de la segunda, en 1868, que á su vez, fué acompañada de la del *Local Goverment Board*, en 1875, revelando una situación tan grave, que provocó la ley de 15 de Agosto del mismo año, *The Rivers pollution prevention Act* reglamentando la versión á los ríos de las materias sólidas, venenosas, colorantes, etc., etc., fijando en 2 y 0,3 por 100,000 partes de agua las proporciones de carbono y nitrógeno orgánico, siendo encargado de vigilar el cumplimiento de dicha ley el *Local Goverment Board*.

El conjunto de observaciones que las indicadas Comisiones practicaron entonces, muy notables y convenientes de conocer antes de resolver sobre la aplicación del sistema que nos ocupa como procedentes, sin embargo, de un caso tan particularísimo como el que las determina en la desproporción enorme de las condiciones de relación del establecimiento en el comienzo precisado, no debe generalizarse en su carácter determinante.

Conocidas son las grandes poblaciones de Inglaterra, su formación, su crecimiento, el desenvolvimiento libre de su vida propia, constituyendo cada una un centro independiente de Londres que obra á su modo y ejerce sobre el mundo una influencia aparte.

Conocidas son también las condiciones de las cinco cuencas principales y la distribución en ellas de los grandes centros; por esto, y por considerar improcedente mayor extensión al objeto expositivo que nos guía, nos limitaremos á breves indicaciones sobre la relación de establecimientos en uno de los ejem

(1) Véase el núm. 1332 correspondiente al 4 de Abril.

más salientes de los expuestos por las condiciones precita-
la polución del Irwel por las aguas evacuadas de Man-
ter.

a polución del río manifiesta exteriormente por el color de
aguas, sus sedimentos y su temperatura, superior en 12° á la
iente, era en composición, según el análisis de los comisio-
s del 68, en estío é invierno respectivamente, como indica
guiente estado por 100.000 partes de agua:

		Estío.	Invierno.
ono orgánico en disolución		1,173	2,104
ógeno orgánico en disolución		0,332	0,248
erias en suspensión.	Minerales	2,710	1,840
	Orgánicas	2,710	0,968
	Total	5,420	2,800

El Irwel, límite de dos municipalidades distintas, Saxford al
te, y Manchester propiamente dicho al Este, apenas es más
un canalizo con trazas de albañal afluente en el estuario del
sey; Manchester, la tercera población de Inglaterra, con
000 habitantes y 100.000.000 de litros recibidos y evacuados
día, que aun se propone, y está en vías de realización, aumen-
con un caudal de 3.000 litros por segundo para atender com-
amente á la ciudad, en atención á la proporción considera-
consumida por las fábricas de los Cottonlord y otras indus-
s, que arrojan, por otra parte, al Irwel 100 toneladas de ce-
is por cada 800 consumidas de carbón, y que representan
tenares y hasta millares de millones de capital.

En estas condiciones era de esperar la falta de resultados del
ema en ambas fases; y en este aspecto, exclusivamente, debe
enderse el de la polución de los ríos en Inglaterra, sin que
is consideraciones pretendan menguar la lógica ó importan-
de las Comisiones que provocaron, conocida la excepcional
portancia que en Inglaterra se da á las aguas corrientes y la
nción que se presta á los medios de facilitar el desarrollo de
industrias, de que buena prueba es el espíritu y letra de la
/ de 1870, citada, y el caso que nos ocupa, en el que se venti-
en el deseo de armonizar, por una parte las necesidades de la
lación en cuanto á la evacuación de sus aguas y residuos, y
otra la utilización del Irwel que, á pesar de su insignifican-
mencionada, ha sabido ser aprovechado por los habitantes,
tamente con un pequeño tributario que atraviesa la población,
a llenar dársenas inferiores; y recientemente se ha hecho de
nchester una ciudad marítima, prolongando el estuario del
rsey y ahondando el lecho del Irwel para introducir la marea
sta los fondeaderos actuales.

En Francia, donde las condiciones actuales de población y
desarrollo y distribución en las grandes cuencas, ha obedeci-
más á la ley general que en la Europa templada hizo de los
s el gran elemento de la civilizacion, fundando á orillas de al-
nos navegables casi todas las ciudades que han prosperado,
polución de estas aguas se presenta en condiciones más satis-
ctorias, salvo los casos excepcionales que quedan más atrás
licados y se asemejan á las condiciones puntualizadas para
glaterra.

La polución del Sena, que con un caudal medio por segundo,
cilante de 32 á 1.600 metros cúbicos por segundo del mínimo
tiaje á la máxima avenida del 76, recibe, previo su paso por
rís, á razón de 3 metros cúbicos en igual tiempo, término me-
o al día, la aportación de 260.000 metros cúbicos, evacuados
r una población de 3.000.000 de habitantes, la primera en el
ncepto industrial, después de Londres, que en 1892 contaba en
interior 8.700.000 metros cuadrados de calles, á razón de
300.000 de adoquinado, 1.560.000 de afirmado macadan, 540.000
entarugado y 300.000 de asfalto comprimido, que soportan una
rculación, en que el número de caballerías, solamente en vein-
cuatro horas, se eleva, término medio en días ordinarios, á
.035 en la calle de Rívoli, 35.158 en la avenida de la Ópera, y
24.569 en el Puente Nuevo, es el caso más saliente en Francia
salvo la polución esencialmente industrial de otras poblaciones
citadas con anterioridad, y ofrece un segundo ejemplo de la
aplicación del sistema que nos ocupa; cuyos resultados pone
de manifiesto el siguiente estado analítico de Durand Claye, in-
serto en su *Memoria sobre la polución de las aguas corrientes.*

(Congreso internacional de higiene de 1878) en el cual los números son relacionados á 1.000 litros.

Polución del Sena por las aguas de alcantarilla y purificación espontánea del mismo.

	Nitrógeno orgánico transformado en sales amoniacales.	Nitrógeno total comprendido el amoniacal.	Oxígeno disuelto expresado en centímetros cúbicos.
	G.	G.	
Fuente de Asnieres. El agua ha atravesado á París, pero no recibido el desagüe de los colectores	0,85	1,90	5,340
Clichy (aguas abajo del colector)	1,51	4,00	4,600
Sain Ouen (brazo derecho)	1,16	2,00	4,070
Saint Denis (aguas abajo del colector	7,27	11,29	1,020
Epinay (brazo derecho)	1,26	3,00	1,050
Bezono	0,87	1,90	1,540
Maisson Laffitte	0,79	2,50	3,740
Paissy	0,45	2,20	6,120
Neulan	0,40	1,30	3,600
Rouen	—	—	10,420

Expuestas estas ligeras indicaciones sobre el concepto real que á nuestro entender debe tenerse de la polución en sí de los ríos por las aguas de alcantarilla, pasamos á ocuparnos del aspecto que reviste para Sevilla.

Claro es que en el de relación del actual estado ha de mejorar el río, pues se establece como diferencia en la recepción, en cuanto á la aportación ordinaria, la inmensa que media entre las aguas putrefactas y relativamente concentradas que hoy recibe el río desde la Barqueta á la Torre del Oro por canales de las condiciones descritas al ocuparnos de la demografía de Sevilla y las aguas diluídas que la nueva canalización evacuará inmediatamente de recibidas en ella; y en cuanto á la aportación extraordinaria que hoy recibe por filtración á través de un suelo putrefacto, y donde los fenómenos de depuración antes descriptos no pueden manifestarse, las recibirá en análagas condiciones que la ordinaria, favoreciendo la dilución de ella; y si bien es verdad que las materias fecales, las sólidas especialmente, van al río por modo abusivo, y, por consiguiente, en fracción relativamente pequeña, la insignificante influencia que éstas tienen en la composición de la aportación total poco afecta á la evacuación de la nueva red, á los efectos señalados y á la influencia de las fracciones de líquidos fecales y aguas podridas que constantemente filtran hoy al río, siendo, en cuanto á la evacuación, no menos probable la mejora, pues claro es que el volumen de los sólidos que han de ir al río, y que puede limitarse, como hemos observado, comparando las cifras respectivas, á Londres y París, aunque á primera vista parece mayor, no ha de serlo ciertamente más que al que hoy va de un modo más ó menos oficialmente conocido.

Pero aun cuando la situación que va á establecerse deba esperarse fundadamente que mejore la actual, tanto por lo expuesto, como por la versión de aguas, fraccionando la aportación; y aun cuando la actual, como hemos indicado en el estudio demográfico de Sevilla, aún es soportable, y no da al río influencia en

el estado sanitario de la población normal ó anormal, y lejos de esto, por circunstancias independientes, se señala en la zona inmediata una mínima mortalidad de 22 por 1.000, creemos que no debemos concluir sin algunas indicaciones sobre la idea de infección del río.

En cuanto á la relación de volúmenes en general, es ésta mucho más favorable en el caso que nos ocupa, que la establecida por el ilustre Petenkofer, que indica como regla, que el gasto de la corriente de agua sea igual á quince veces el de la alcantarilla, y que la velocidad de la primera fuese por lo menos igual á la de aquélla, cuyas condiciones establecidas para una corriente, cuyo caudal mínimo de aguas dulces en estiaje, aguas arriba de Sevilla, es de 53 metros por segundo, y una aportación de alcantarillas de 762 litros (para la población de 200.000 habitantes), en igual tiempo da como relación $\frac{1}{70}$, casi cinco veces más favorable que la recomendada; y como, por otra parte, según con anterioridad se consignó, esos 762 litros contienen 78g,336 de nitrógeno, al diluirse en la corriente fluvial, quedan diluídos á una proporción 70 veces menor, igual á $\frac{78g,336}{70} = 1g,1191$, lo que da por metro cúbico $\frac{1,1191}{762} = 0g,147$, cifra que, aun suponiendo que no se refiera al nitrógeno total arrojado por la alcantarilla, sino simplemente á la fracción no transformada en sales amoniacales, es menor, suponiendo puras las aguas del río, que la correspondiente al Sena, en el análisis preinserto entre Neulan y Rouen, donde éste se considera puro y establecida la normalidad; y como quiera que, aun cuando el río venga infecto antes de su llegada á Sevilla, por causas independientes de ésta, no es desde luego mayor la infección que le agregan las aguas de Sevilla, tendremos, en consecuencia, á lo sumo, entre una y otra, la suma de 0,294 g., comprendida aun entre los mismos límites en que el Sena se considera purificado.

Análogo resultado se obtiene comparando las partes por 100.000 en que se presentan los análisis de la polución de Irwel y del Támesis con los resultantes para Sevilla; lo que, por otra parte, se comprende tanto para este caso como el de París, pues, aun admitiendo la misma infección por habitante y segundo, el número de habitantes, que es para Sevilla de 150.000 es en aquellos casos de 5.000.000 y 3.000.000 respectivamente, siendo, por el contrario, como corriente fluvial más importante la del Guadalquivir, que la del Támesis y Sena.

En cuanto á las materias en suspensión, cuyas proporciones por segundo quedan también consignadas en el correspondiente cuadro, y que dan por segundo una evacuación total de 32 centígramos de materias sólidas, representan una proporción de peso de $\frac{0,32}{53.762}$ no creemos que pueda ser causa de efectivas complicaciones; por cuya razón creemos, con estas ligeras consideraciones y las expuestas en la anterior sobre la naturaleza en general de estas aguas, suficientemente expuesta la idea del estado probable por establecer en el Guadalquivir en cuanto á la fase aislada de la relación de los elementos del sistema de depuración; y en cuanto al de diseminación en que pudiera temerse, en apariencia al menos, que faltase la relación de establecimiento, siendo el régimen del Guadalquivir, en la zona de la población el de una verdadera ría, no obstante la velocidad mínima del río en su régimen fluvial, mayor que la de la aportación de la red de evacuación, y por consiguiente, más que suficiente su acción en parte y periódicamente contrarrestados por el flujo mal aprovechado, daría fundamento en principio al temor de que faltase el sistema por defecto de la acción de diseminación y pudiera manifestarse la putrefacción y los arrastres hacia aguas arriba; y aun cuando esto no puede esperarse, tanto por las consideraciones hechas sobre el actual estado, como por las que les han precedido sobre relación de elementos que han de accionar, así como las expuestas sobre el régimen de las mareas, ha sido esta circunstancia especial objeto del estudio de este proyecto, persiguiendo el fin de aprovechar en este aspecto los elementos favorables, evitando en límite que ni den lugar á dudas los contrarios y sin perder de vista la relativa economía que debe presidir al establecimiento de la versión de las aguas de alcantarilla al río, como en la tercera parte de esta Memoria se razona.

José Ochoa.

Saneamiento de Poblaciones españolas. Sevilla. 1902.

Angel Pulido Fernández.

Indice.

Saneamiento de poblaciones Españolas

SEVILLA

(Huelva, Cádiz, Málaga, Granada, Bilbao, Zaragoza, Valladolid, etc.)

POR EL

Excmo. Sr. D. Angel Pulido Fernández

Director General de Sanidad

MADRID

R. VELASCO, IMP., MARQUÉS DE SANTA ANA, 11 DUP.°

Teléfono número 551

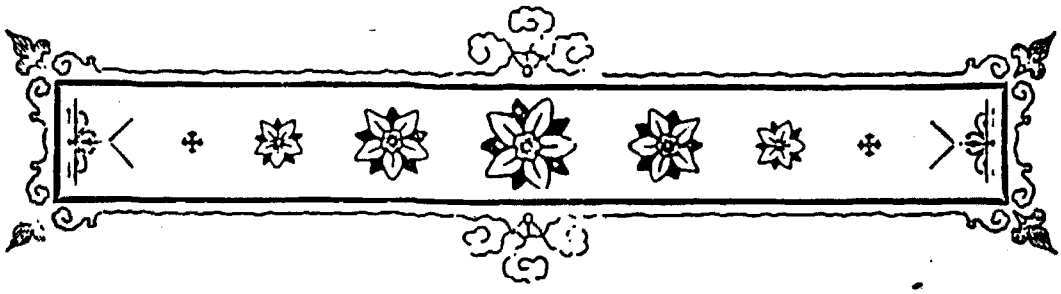
1902

INDICE

Páginas.

INDICE

Páginas.



SEGUNDA PARTE

NECESIDAD DEL SANEAMIENTO DE SEVILLA

I

Perjuicios sufridos

Las ciudades que aspiran á merecer el dictado de cultas no tienen ya hoy dicha mortalidad, testimonio de un atraso, descuido y despilfarro de salud y de vida verdaderamente lamentables. Lo demuestra la siguiente relación de la que hoy presentan las primeras capitales del mundo, que tomada del último cuaderno de cifras de la *Quaterly Review* correspondiente al segundo trimestre del año 1901 (Abril, Mayo y Junio) arroja las siguientes proporciones que mejoran todavía las del gráfico adjunto correspondiente al año 1900: Cristianía, 13'6; Londres (Gr. L.), 14'6; La Haya, 14'9; Hamburgo, 15'6; Bruselas y Amsterdam, 15'8; Stokolmo, 16'4; Rotterdam, 17'5; Berlín, 17'7; Filadelfia, 17'7; Dresde, 17'8; Roma, 18'4; Copenhague, 18'6; Buda-Pesth, 19'4; Venecia, 19'1; París, 20'4; Edimbugo, 20'7; Glasgow, 20'9; Munich, 23'9; San Petersburgo, 24'3; Pra-

ga, 25'0; Breslau, 27'5... etc., y solamente aparecen al lado y por encima: Cairo, con 34'0; Alejandría, con 32'8; Madrás, con 43'2 y Bombay, con 69'5, castigadas con epidemias de peste.

El estado actual de este problema de la salud pública, que representa el triunfo de una conquista de la ciencia bien utilizada por la Administración pública de las naciones, coloca ya el nivel demográfico sanitario de los pueblos que tienen derecho legítimo á llamarse cultos, en proporciones que oscilan entre 13'6 que tiene Cristianía, y 23'9 que presenta Munich; término medio fisiológico 17, 18, 19 y 20, como París, población ya mal higienizada. De aquí para arriba es pérdida por atraso, por desidia, por abandono de gobiernos y autoridades, por ignorancia y descuido de aquellos principios y reformas de saneamiento y de policía higiénica muy conocidos y legislados, á que hoy tan escrupulosa y severamente atienden los Estados verdaderamente celosos de su desarrollo, de su riqueza pública y de su poder; es decir, de su salud, que es el bien supremo y cardinal que sintetiza, mejor que ningún otro, el vigor y la prosperidad de una raza.

Y ya en este examen total importa poco hablar de las condiciones climatológicas de las poblaciones, porque precisamente, dentro de las más malas, es donde los más grandes mejoramientos se han logrado, como sucede en Cristiania, Londres, Roma, Rotterdam, Venecia, y dentro de las más buenas, es donde se mantienen las altas cifras de mortalidad, como sucede en Alejandría, Cairo, Madrid, Málaga, Huelva...; de igual modo que interesa poco también estudiar las cifras proporcionales de las enfermedades llamadas infecciosas y las que, en mezclas adocenadas, son llamadas comunes, porque casi todas éstas no son sino consecuencias de aquéllas, supuesto en lesión anatómica incurable y crónica de una víscera cualquiera termina, con frecuencia, y por natural efecto de la infección misma, lo que comenzó siendo una tifoidea, una bronquitis gripal, una fiebre eruptiva, un ataque agudo de reumatismo, ó cualquiera otra forma semejante que atacó al individuo en plena salud y le dejó con padecimiento más ó menos insidioso, herido ya de muerte por tiempo incalculable.

Así, pues, no es ni siquiera discutible que habiendo tenido Sevilla, durante los años 1890 al 1900 una mortalidad que subió, término medio del decenio, al 42,16 por 1.000, y no debiendo tener

más que el 20, ó poco más, resulta que de los 59.229 individuos que ha perdido en esos once años, ambos comprendidos, 31,024 individuos no los debió de perder, y debían aumentar hoy su censo, su vida, su riqueza pública, en la cual entra como un elemento esencialísimo y de alto precio el factor vida humana.

La vida humana, sí, á la cual hay que conceder un precio cualquiera, grande ó pequeño, según se estimen los ciudadanos de una nación, pero un precio al fin; porque en la buena administración que hoy, los pueblos, los Gobiernos y la riqueza pública acertadamente entendida hacen de sus componentes sociales y de su desarrollo, no más ni menos que como se estima un prado, una casa, una bestia, así se estima un individuo; no para envilecerle como á cosa, sino para cuidarle y protegerle como á riqueza positiva. Los pueblos salvajes desprecian el oro, las piedras preciosas, el carbón, los productos animales y vegetales, las grandes y poderosas fuerzas de la Naturaleza, porque no saben valorar todos estos factores de comercio; pero á medida que se van ilustrando, que van adquiriendo noción de lo útil y de lo inútil, de las leyes fundamentales de la vida individual y de la vida colectiva, van recogiendo lo que antes desdeñaban, poco á poco aumentan el caudal de las cosas útiles, y reducen el de las inútiles, y poco á poco también van tasando en más alto precio estas bases de riqueza, hasta que llega un día en que se convencen de que el ciudadano, siempre tan grande, tan sublime, tan excelso como ser pensante y encarnación de los progresos de la historia y de la vida de los pueblos, también vale como vale un árbol, una casa, una carga de mineral, y se le pone un precio, variable como lo es el precio de todas las cosas, según los pueblos, según las necesidades, según la cultura, pero precio que no excluye toda la sublimidad y excelsitud que anteriormente se le reconocía en su significación moral, aunque por lo demás resultase indiferente y sin valor para su conservación y tratamiento.

En este género de estudios no hay por qué regatear cifras que cada cual estima á su modo: Charwick, de Lóndres, decía ya en 1878 que cada individuo de la clase obrera representa un capital de 5.000 francos; el doctor Farr estimaba en 3.975 cada uno de los habitantes del Reino Unido: hombres, mujeres y niños; Paget, en 12.500 cada obrero; Rochard calcula una cantidad de 6.000 francos por cada francés... y cabe preguntar: ¿cuánto vale un sevillano? Que se

constituya en capítulo solemne la representación más legítima, inteligente y práctica de la hermosa ciudad, y responda á dicha pregunta. Supuesto hay por necesidad, dentro de la estimación de la riqueza pública que hoy hacen los pueblos bien regidos, que asignar un valor al hijo de Sevilla, ¿en cuánto se le estima? ¿En menos que un inglés, que un francés, que un alemán...? ¿En mucho menos? ¿La mitad? ¿La tercera parte? ¿En solamente 2.000 pesetas? Pues aun así menospreciado, aparte del capital de afectos, de gastos de enfermedad, de la desgracia suma que para muchísimas familias representa la muerte de sus más queridos, y á las veces de sus más necesarios seres, Sevilla ha perdido una riqueza, mal tasada, casi despreciativamente, de 62.048.000 pesetas en once años. De aquí en adelante Sevilla puede calcular lo que mejor cuadre á su dignidad y al justiprecio de su propio merecimiento, por aquello de que «nadie mejor que cada cual sabe lo que se vale», pero no es lícito desconocer que ha perdido una fortuna perdiendo en once años una población de más de 31.000 habitantes que debía conservar, y con la cual todo en ella hubiera aumentado de valor. De modo que si á la pérdida positiva, intrínseca, del ciudadano fallecido, se agrega lo que Sevilla ha dejado de prosperar y engrandecer con no tener esa cifra de 31.024 habitantes más, que, sin razón de fatal destino, murieron, y se agregan otros daños derivados de su mala sanidad, como el volcamiento del muelle, suceso tan directamente relacionado con el estado del subsuelo, se comprenderá que, no ya 62 millones de pesetas, sino muchos más, incalculables, ha perdido la ciudad, y se ha detenido en el progreso de su riqueza urbana.

No hay que reirse de estas enseñanzas. El mal de los pueblos atrasados consiste fundamentalmente en que, padeciendo de ignorancias pueriles, bromean con los problemas, los fenómenos y los testimonios más graves de la vida individual y colectiva; en que no distinguen lo transcendente de lo superficial, lo útil de lo inútil; que no prevén, que viven al día y comprometen hoy lo que más han de necesitar mañana; que son, en fin, como jugadores de azar que, á las impresiones y á los intereses locos del momento, sacrifican una fortuna, un destino social, la vida entera del individuo.

II

Exigencias higiénicas de Sevilla

En la solución del saneamiento de la ciudad de Sevilla, como en el de las demás poblaciones españolas, que es, con muy pocas excepciones, igual ó peor que el de la ciudad andaluza, no se puede prescindir de algunos enunciados higiénicos que son como aforismos sanitarios de la vida de los pueblos, preceptos de la ciencia que entrañan condiciones de vida ó de muerte, de salud ó de enfermedad, de riqueza ó de miseria, por lo cual no los deben ignorar ni desatender las Autoridades y los ciudadanos. Recordaremos algunos de estos enunciados de la higiene pública, que son como lo elemental de la higiene de las poblaciones, entresacados de los grandes tratadistas Rochard, Fonssagrives, Carfield, los cuales ya nadie discute, y representan la ley vital de las aglomeraciones urbanas.

Con ser la humedad del suelo de las poblaciones causa seria de insalubridad, sus efectos no serían tan nocivos si las aguas que le infiltran no contuvieran todos los despojos de la vida y de las industrias humanas. De este modo, las lluvias que después de haber lavado los techos, los patios de las casas, los suelos de las plazas y calles, recogen todas las materias putrescibles que encuentran á su paso, penetran por los intersticios y porosidad del suelo, se juntan á las aguas residuales que despiden las casas, á las filtraciones de las pozas y de las atarjeas, á los derrames de las industrias, á las

fugas de esos gases que obscurecen y corrompen las tierras del subsuelo; y todo ello convierte el suelo de las ciudades en un hervidero donde viven, se desarrollan y se multiplican los gérmenes infecciosos, que á veces subsisten por tiempo incalculable, demostrando una vitalidad persistente inconcebible, la cual explican y comprueban los estudios de bacteriología. Acerca de ello hicieron notables observaciones Grancher y Richard, ponentes de esta cuestión que planteó el Congreso de Higiene de 1889, quienes vieron que el estado esporular, como si dijéramos el de semilla, de los gérmenes patógenos, subsiste acantonado en la superficie de la tierra; y que tierras sembradas con cultivos de bacilos tíficos, cinco meses y medio después fertilizan todavía perfectamente placas de gelatina, demostrando que se conservan mejor estos agentes vivos á 20 centímetros de profundidad que en un cultivo de gelatina-peptona dejada al aire libre. Es un hecho comprobado, y constituye una de las más autorizadas proposiciones de la higiene pública, que la infección del suelo por las mezclas del agua de lluvia, las filtraciones de las pozas y de las cloacas, y la comunicación de los pozos blancos, que sirven á las necesidades domésticas, con las corrientes de aguas subterráneas, constituyen uno de los modos más frecuentes de propagación de la fiebre tifoidea; así como las fermentaciones orgánicas son más frecuentes en esos suelos que, por su proximidad al río y las condiciones de sus encharcamientos, tienen cambios en su aireación y humedad.

Las poblaciones que tienen el agua á menos de tres metros de profundidad del suelo, son ya enfermizas, y cuando lo está á menos de dos son necesarios el desagüe y saneamiento, recomendados en Inglaterra desde 1845. Con aquél disminuyó el número de tuberculosos en Salisbury, Ely, Rugby, Bambury, en proporciones de un tercio ó una mitad, y en Leicester en 41 por 100 para todas las edades y 32 para las mujeres de edad media. En cambio, Corfield advirtió que donde se desatienden estos trabajos de desecación, como en Penzance, Brynmawr, Stafford, Ashby, Alnwich, la cifra de los fallecidos por tisis sube de un modo apreciable.

Las neblinas, tan poco justificadas en el clima de Sevilla, y sin embargo algo frecuentes, son una manifestación de esta humedad del subsuelo, cuya influencia en las funciones respiratorias y circulatorias ningún médico pondrá en duda. Pues bien: sanando el

suelo, se ha observado en muchas localidades de Inglaterra que habían disminuído en proporción la intensidad y la frecuencia de las nieblas, tan abundantes en este país. Por esto Freycinet advirtió con insistencia que para sanear una población no basta librarla de las aguas impuras, sino que es también necesario retirarlas del subsuelo que humedecen, para evitar esas inundaciones de sótanos y plantas bajas que en Sevilla son naturales en todas las casas, y forman receptáculos de miasmas pútridos que, como dice muy bien Fonssagrives, eminente autoridad en la materia, ejercen en la salubridad de las casas una influencia análoga á la que ejercen las calas sucias y húmedas en la salubridad de los barcos.

Este es un precepto que nunca se recomendará bastante, por lo cual se ha prohibido hasta que las alcantarillas sirvan de drenaje, como se ha hecho á las veces, construyendo su parte superior con materias permeables. En Inglaterra Baylli-Denton, y en Francia Durand-Claye, han establecido la regla de que las cloacas estén cerradas herméticamente, requisito *sine qua non* es inaceptable el principio famoso de verterlo todo á la alcantarilla, *tout à l'egout*. De aquí por qué disponer que los cauces de evacuación residuaria y las tuberías de *drenaje* sean independientes, para evitar las salidas y corrupción del terreno.

Si este precepto y las consideraciones arriba expuestas se aplican con indiscutible autoridad á las aguas limpias por la sola razón de ser aguas, las reflexiones y los consejos aumentan de gravedad cuando se trata de la evacuación de la excreta de la ciudad, porque la reforma más esencial, más expresiva y bienhechora que la higiene ha realizado en los modernos tiempos, para beneficio de la salud pública, es precisamente la que se ha derivado de puntualizar bien el alcance, modos y tratamiento de la infección del subsuelo y de las aguas por él corrientes. Inglaterra, Alemania, Bélgica, etc., han basado sus grandes progresos sanitarios en esta clase de mejoras, y algunos hechos de ellas tomados expondrán con la mayor elocuencia posible la importancia del asunto.

Dantzig, á semejanza de nuestras poblaciones españolas, era una población de cerca de 80.000 habitantes cuyas viejas y malas cloacas desaguaban en el Mottlau y en el Radaune, teniendo la mayoría de las calles sin alcantarillado, y las habitaciones del piso bajo en estado parecido á las de Sevilla; pozos negros, agua escasa, fil-

traciones en el subsuelo y, como resultado de todo esto, una mortalidad media de 39'59 que á las veces se elevaba hasta 49'18 por 1.000, como sucedió en el año 1869.

Autoridades celosas y el terror salutífero que esta mortalidad producía, impusieron el saneamiento. Se trajo agua de los manantiales del valle de Radaune y de la selva de Olivair, se dota de 140 litros de agua pura á cada habitante, se instala una red de tuberías de cemento que forman el alcantarillado de las calles y vierten á dos colectores, los cuales cruzan en sifón el Mottlau, y con una máquina elevadora se llevan las aguas residuales por una tubería de 2.904 metros á 500 hectáreas de irrigación, en una isla formada por el antiguo cauce del Vístula, y apenas se realiza esta mejora su mortalidad desciende á 28,59 en el primer impulso de su acción profiláctica.

Berlín, cuya población aumentó en proporciones asombrosas después de la guerra franco-prusiana, tenía, antes de ésta, los mismos defectos de todas las poblaciones sucias y descuidadas, que siempre vienen á resultar iguales: calles mal pavimentadas, con baches, remansos y filtraciones de aguas sucias; mezclas de residuos pluviales, urinarios y heces; pozos negros que rezumaban y se vaciaban en la tierra, venas y corrientes de aguas claras que se inficionaban por su circulación á través de los terrenos hechos albañales; surtíase de agua del Sprée, á razón de 40 litros por habitante, el millón que formaba su censo, y tenía una mortalidad que en 1871 fué de 39 por 1.000.

Comienzan los estudios de saneamiento en 1868, se adopta un plan general en 1873, se emprenden los trabajos en 1874, se disponen sus colectores en sistema radial, cinco grandes depósitos reciben las aguas de su alcantarillado, se incomunica la alcantarilla con las viviendas; bombas poderosas vierten una cantidad de agua que en 1888, cuando los congresistas de higiene visitaron á Berlín, era de 112.914 metros cúbicos; 17.495 casas, de las 19.193 de la ciudad, que albergaban 1.146.925 habitantes, de los 1.300.000 que comprenden la población total, abocan á la red; las aguas son llevadas á campos de depuración, y la mortalidad desciende poco tiempo después al 26 por 1.000, rescatando así á la muerte Berlín el 13 por 1.000 de sus habitantes todos los años, es decir, enriqueciendo su población con un ahorro anual de 16.900 vidas. Una de

las últimas cifras que tenemos de la mortalidad de Berlín, correspondientes al año actual de 1901, acusa hasta un 15'7 por 1.000: lo cual supone que ha quitado á la muerte el 24 por 1.000, que en una población de 1.888.613, que es su último censo, supone la sorprendente población de 35.312 ciudadanos conservados cada año para el vigor y poderío de su raza solamente en la capital. En esta ciudad se hizo observar al principio que en las casas abocadas á la red habían bajado las enfermedades tíficas hasta 1 ó 2 y sus óbitos de 0'4 á 0'6, mientras que en las casas aun no saneadas las enfermedades dichas llegaban de 6 á 11 por 100, con 1'4 á 2'3 óbitos.

Breslau, que sufría en términos parecidos una mortalidad grande, adopta el mismo sistema de saneamiento que Berlín, suprime los pozos negros y obliga á sus habitantes á derramar en la alcantarilla nueva; toma del Oder cantidad bastante de agua que, unida á la de los antiguos molinos, suministre 110 litros á cada uno de sus 24.000 habitantes, y obtiene parecido resultado.

Francfort, baja su mortalidad en el período de 1890 á 1897 hasta 17'9. Antes de la reforma perdía el 86 por 100.000 habitantes de fiebre tifoidea; después descendió á 28.

En Hamburgo la mortalidad desciende desde 39 á 23'5.

No acabaríamos si hubiéramos de seguir presentando ejemplos parecidos: Austria, Italia, Inglaterra, Dinamarca... todos los pueblos, en fin, porque, ¿á qué ir citándolos uno tras otro? se han penetrado de esta gravísima cuestión, y avaros de la vida de sus ciudadanos, han acometido las reformas. La *Encyclopédie d'Hygiéne et de Médicine Publique,* dirigida por Rochard, de quien tomamos estos datos, hacía ya desfilar en su hermoso capítulo *La Ville Souterraine,* en 1891 publicado, los nombres de las naciones que se apresuraban á realizar las reformas sanitarias y los sorprendentes resultados que obtenían; y al hablar de la desdichada nuestra decía, haciéndonos á la par un favor y un disfavor: «*L' Espagne n'a pas suivi jusqu'ici le mouvement. Cet admirable pays, qui a de si splendides ressources et une population si energique, ne veut pas se remettre en route*» España no ha seguido todavía el movimiento general. Esta nación admirable que dispone de recursos tan espléndidos y de una población tan enérgica, no quiere caminar.

¿Se puede decir á un pueblo nada más duro, ni más cariñosamente expresado?

Sevilla, tomando, aunque algo tarde, iniciativas honrosas, señaladas ya por Bilbao y Valladolid, y por aquella industriosa ciudad acometidas, desea andar, y para ello aprueba, con modificaciones y mejoras varias, un proyecto de saneamiento, presentado por don José María Cala Bernal, el cual, cubiertos los requisitos y corridos los trámites que constan en documentos publicados hasta la saciedad, se comienza á ejecutar, y en el curso de las obras surge el incidente de la Inspección que exponemos, con motivo del cual hemos de examinar las necesidades sanitarias actuales de Sevilla relacionadas con la cuestión del subsuelo, en qué grado puede satisfacer á estas necesidades el sistema que se emplea, y qué es lo que procede aconsejar para que la obra sanitaria sea todo lo eficaz que hay derecho á exigir del esfuerzo económico que se impone la capital andaluza para mejorar su vida.

Presentar las líneas generales del saneamiento de una ciudad es hoy tarea muy fácil, porque la higiene tiene formulados con perfecta claridad los principios á que debe ajustarse esta empresa; pero adaptar estos principios á una población determinada, á la ciudad X, por ejemplo, ya es más difícil, porque toda población, como le sucede á todo individuo, tiene su temperamento, sus circunstancias individuales, sus motivos peculiarísimos, por los cuales se modifican, se acomodan, y se aplican, con las discreciones que exige todo problema vivo, aquellos principios que los enunciados categóricos de la ciencia formulan. La obra del médico, como la del estadista, como la del negociante, no es otra; y por ello se es tanto mejor negociante, estadista y médico, cuanto mejor se aplican esos enunciados de la alta ciencia á las exigencias de la realidad y del problema que se tiene por delante.

A Sevilla le interesa esencialmente tomar sus aguas potables, donde aparecen con pureza garantida, llevarla á la ciudad en buenas condiciones de encauzamiento, y en la debida cantidad para las exigencias hoy imperiosas de la higiene individual, 140 litros por habitante al menos, asegurarlas contra toda impurificación que la mala fe y la casualidad puedan producir, distribuirlas por la población en condiciones y con tuberías que eviten fenómenos de endosmosis y exosmosis que establezcan nocivas relaciones entre el contenido de la tubería y el ambiente geológico, por donde cruza, y después recoger de aquella célula individual llamada la casa, don-

de ese producto se utiliza, los resdiuos de la vida social y orgánica, que son en absoluto nocivos, y circunstancialmente peligrosos, apartarlos en seguida del hogar para que no inficionen el ambiente, alejarlos así mismo pronto de la ciudad, en circulación rápida, á través de cauces ó tuberías adecuadas que impidan filtraciones impurificadoras, y llevarlos, ya con miras especuladoras, ya con propósitos meramente higiénicos, á sitios donde estos productos se aprovechen, ó se anulen con la metamorfosis que determinan, bien la industria humana ó bien el laboratorio supremo y siempre vivificante de la naturaleza, para, en último término, lanzarlos inofensivos y aprovechables á la sublime odisea de la circulación jamás interrumpida de la materia. He aquí el problema fácil y seguramente esbozado, porque no es ni puede ser otro. Ahora bien, ver como esto lo hace Sevilla, teniendo en cuenta las condiciones de su estructura urbana, de sus campos inmediatos, de su río Guadalquivir, de sus exigencias económicas, del fuero y tolerancia de sus ciudadanos, es ya obra más difícil, pero á la cual hay que ir necesariamente.

La higiene ha estudiado varios sistemas de evacuación para acomodarlos á las necesidades distintas de cada ciudad, y es natural que todos representen una serie donde hay lo más bueno y lo inferior, lo más perfecto y lo más asequible. Es decir, que una población puede escoger entre los sistemas conocidos de saneamiento como el individuo que construye una casa puede escoger entre los sistemas y estilos arquitectónicos y entre los materiales de construcción existentes, lo que mejor se avenga á sus necesidades y aspiraciones. Pero en esto, como en todo, también sucede que lo mejor puede ser enemigo de lo bueno, y que, rechazando lo posible por buscar lo imposible, se pase el tiempo sin hacer nada; se pierdan las inteligencias en discusiones bizantinas; se imposibilite la obra de la higiene y siga Sevilla pagando un año y otro año esa terrible mortalidad del 42 por 1.000, que le hace tan peligrosa para sus habitantes, cuanto temible para los extranjeros y forasteros, quienes contribuyen por mucho á su vida. Entre el sistema de alcantarillado de París, por ejemplo, cuya longitud ha de ser de 1.239 kilómetros 805 metros, con tres grandes colectores, á saber: el de Asnieres, el que parte de la Bièvre y el que va á Saint-Denis, con secciones desde $17^{m},6$ á $11^{m},68$, y el de Londres, que impone á cada casa tres comunicacio-

nes directas y distintas con el alcantarillado: una para las aguas de lluvia, otra para las de la cocina, y otra para los retretes, y los sistemas que prevalecen en muchos sitios de los Estados Unidos, por ejemplo, donde se buscan la sencillez, la rapidez de ejecución y la economía, hay la enorme diferencia que existe entre lo que cuesta 300 francos el metro, como sucede en el gran colector de París, y tarda varias generaciones en realizarse, y lo que cuesta 48 pesetas, como calculó D. R. Uhagón para el sistema de Bilbao, parecido al de Sevilla, ó menos aún, como el de Memphis, que costó 17 y ha de terminarse en pocos años, cuatro, seis, ocho. Y sin embargo, el distinguido ingeniero de la capital vizcaína, con solamente 24.000 metros de ramales y 12.000 de colectores, y calculando una población posible de 100.000 habitantes, presupone 1.750.000 pesetas, lo cual arroja 17,50 por cada uno de éstos.

Pues bien, las obras del proyecto sevillano comprenden 150 kilómetros de canalización, han de sanear 14.707 fincas y una población que si actualmente y en la totalidad de Sevilla, incluso Triana, se acerca á 150.000 almas, solamente son 123.562 porque son las de la ciudad excepto Triana, que es lo que comprende el proyecto y han de estar hechas en un plazo que no exceda de ocho años, y tienen un presupuesto para sus dos partes la red y obras de depuración, que asciende á 5.800.000; de ellos 2.800.000 para la primera y 3.000.000 para el segundo; lo cual supone, completando el sistema, una proporción de 38,60 pesetas por cada metro, menos aún que el de Bilbao.

Dos requisitos fundamentales se imponen en la elección del sistema de saneamiento que se haya de aplicar á Sevilla, sin los cuales hay que desistir de toda reforma. El primero es el determinado por la índole especial de esta población, de estructura árabe, en donde hay numerosas barriadas, pudiera decirse que casi toda la población, con calles muy estrechas, retorcidas, formando laberintos, recovecos, plexos complicados, con callejones y callejuelas por las que no puede pasar un carro ó vehículo sin ir rozando las paredes con los cubos de sus ruedas, y obligando al transeunte á refugiarse en los portales. Si á esto se agrega la antigüedad de la mayoría de las casas, la naturaleza de su material de construcción, asaz modesto, y el estado de alteración en que por la humedad del suelo se hallan los cimientos, se comprende sea imposible pensar

en construir un alcantarillado de galerías por donde pudieran andar hombres. Ya el hecho de abrir zanjas de la anchura convenida en el art. 26 del pliego de condiciones, y que á veces no exceden de metro y medio, y aun menos, motiva una de las más vivas alarmas y consiguientes protestas por parte de los señores que forman la Liga de Propietarios, temiendo se hundan y derrumben las casas.

El segundo requisito es el económico. Desdeñosos, cuando no francamente opuestos, los Ayuntamientos en España á estas reformas de la higiene, que entrañan grandes gastos intolerables á sus presupuestos, casi todos abrumados por deudas insolventes, y árbitros además de sus disposiciones, por virtud de una ley municipal que tiene artículos, como el 72, que los hace autócratas en materias de Sanidad y de higiene, y especialmente en cuanto se relaciona con el alcantarillado, sería inútil prometerse de su conciencia y de su devoción á la salud pública esfuerzos eficaces que arrojen obras como ésta, y más inútil sería, por el momento, pretender que el Estado les impusiera prácticas costosas de saneamiento, contra las cuales alzarían su grito y moverían toda su influencia los caciques de unos y otros partidos. La ley de Sanidad que ha de dotar al Gobierno de aquella firme y sabia dirección sanitaria, que, como hizo Inglaterra ya á mediados del siglo anterior, pueda imponer á los Ayuntamientos el debido respeto á los fueros y á los intereses de la salud pública, y que ha de definir y afirmar con severa sanción el delito por atentados sanitarios, aplicando inclemente la debida pena, esa ley tan hermosa y necesaria al desarrollo de los pueblos, no sabemos cuándo se podrá promulgar en España, porque es difícil saber cuándo estará el nivel medio de la educación nacional en condiciones de pedirla, apoyarla y obedecerla. Pero como quiera que esto no se ve aparecer todavía, y los problemas de la salud por su vital urgencia no admiten tregua ni abandono, una vez conocidos y planteados, necesario es que con la economía posible, y por los medios que se tercien, vayan las ciudades españolas á su resolución cuanto antes, dejando lo mejor y escogiendo lo bueno.

Así, pues, supuesto que ni las condiciones físicas de Sevilla, ni los recursos municipales, consienten hablar de alcantarillas amplias y costosas, es de todo rigor, pero con necesidad indeclinable, escoger entre los demás sistemas que han procurado realizar el proble-

ma bien y con poco gasto, uno que sirva á las necesidades peculiares de esta población.

Por lo demás, como dice perfectamente Rochard, autoridad respetadísima y sabio tratadista en la materia: La higiene no exige que se pueda pasear por las alcantarillas en bote ó en vagoneta, y por ellas se hagan excursiones recreativas; basta con que tengan las dimensiones necesarias para que circulen los productos líquidos que están destinadas á conducir; que estén construídas sólidamente y bien cerradas, que tengan la pendiente necesaria, las bocas bien dispuestas, y sobre todo, que estén bien limpias y cuidadas, y esto se puede conseguir sin gastar sumas enormes de muchos centenares de millones, como los gastan en París y Londres. Con mucho menos basta, porque el saneamiento de Dantzig costó 2.625.00 francos, el de Breslau 2.500.000 francos, y el saneamiento de ambas aparece superior al de aquellas dos grandes ciudades citadas.

II

El sistema Waring, de alcantarillado

Dejando á un lado, por consiguiente, cuanto se refiera á alcantarillados con el nombre de visibles, vamos á tratar de los no visitables, de los que encauzan por tuberías los productos residuales, y procuran cumplir su cometido higiénico en condiciones tales, que se presentan como superiores, y preferibles por consiguiente, á las de los otros sistemas

Con esto damos á entender que, no por el hecho de ser más económicos, sencillos y de más rápida ejecución, se consideran superiores al sistema de las galerías subterráneas; sino que, creyendo haber comprendido mejor los fines esenciales á que obedece un saneamiento del subsuelo urbano, y de la evacuación residuaria de una población, y considerando que en los sistemas antiguos hay, además de su elevado coste, otros defectos esenciales en la circulación y buena conservación de las excreciones de la ciudad, se someten á un examen de comparación crítica en el cual pretenden ellos obtener el triunfo por ser más perfectos, más económicos y más aceptables en la práctica. Hace ya bastantes años que, exponiendo Rochard la serie total del sistema de alcantarillados—y hablando de las aplicaciones que se habían hecho de estas redes de tubería en Londres, donde la tercera parte tiene conductos de gres esmaltado ó de metal, y en Berlín, donde solamente los colectores son de la-

drillo, y toda la red está constituída por tubos de barro vidriado al interior, cuyo diámetro no excede de 51 á 21 centímetros,—dijo que en todas partes donde se han empleado las tuberías de barro no hubo más que razones de alabanza, porque realizan una economía considerable y hacen muy buen servicio, siempre que no tengan que conducir grandes masas de agua. Conforme con este juicio M. Masson, Inspector de saneamiento de París, expuso en el Congreso de la asociación francesa para el adelanto de las ciencias, que se celebró el año 1887 en Toulouse, un sistema basado en el empleo exclusivo de los tubos de barro, tesis que desarrolló ampliamente en el año siguiente de 1888, en un notable trabajo titulado *Conferences sur les villes assainíes*, que consta en el *Compte rendu* del IV Congreso provincial de los Arquitectos franceses.

Los sistemas de canalización por medio de tuberías pueden ser de dos clases: una, que conduce los residuos de la excreción, ó heces fecales, exclusivamente á los depósitos ó almacenes, á través de una canalización especial con auxilio de fuerzas mecánicas impulsoras, ó aspirantes, que rechazan ó atraen las heces: y otra, que recogiendo todos los líquidos en la tubería *(tout à l'egout)* mantiene una circulación natural de la masa flúida, que nunca se interrumpe y que se ayuda y determina, á ser necesario, con descargas periódicas y automáticas de agua, que arrastran y limpian las estancaciones que pudieran verificarse en los ramales ó colectores.

El primer sistema tiene, cuando menos, dos procedimientos fundamentales, según que se emplea la *aspiración* para el movimiento de los excrementos, ó la impulsión por *el aire comprimido.*

Entre los primeros, ó por aspiración, se han empleado el del capitán holandés Liernur, que *diferencia* en dos tuberías separadas las aguas pluviales, industriales, del subsuelo y de uso doméstico, que van por una más gruesa, de las materias fecales y las orinas que van por otra más delgada; y el sistema del ingeniero francés Berlier, que toma las materias en su punto de partida, y las transporta hasta los depósitos de transformación por una canalización completamente cerrada.

El sistema Liernur se empleó en Amsterdam en un distrito que encerraba una población de 25.000 almas; población adecuada porque su subsuelo holandés, surcado de canales, con edificios de construcciones pilotadas, demanda la supresión de alcantarillas, y seña-

la la necesidad de arrojar las heces á los canales; pero este sistema no satisfizo á la Comisión técnica de saneamiento, que fué enviada á Bruselas y á Amsterdam para estudiarle, y en la misma Holanda, ciudades como Dordreth y Leyden que le tenían, le censuraban, Rotterdam se negaba á emplearlo, y en Inglaterra se le rechazó. En los Estados Unidos no prosperó; en Alemania lo ensayó Praga en 1858, después Hanau, Brünn y Olmütz, pero no ha tenido muchos defensores.

El sistema de Berlier consta de dos partes: un *receptor* donde caen las materias, y un *evacuador* que las proyecta, por el juego de una válvula, á tubos de fundición donde produce el vacío una bomba pneumática que funciona en la casa de máquinas, situada en el punto más bajo de la villa.

Renunciando á describir este procedimiento diremos que fué instalado el año 1880 en Lyon por su inventor, transportando el vaciado á cuatro kilómetros de la ciudad por una canalización subterránea. Habiendo emitido sobre él opinión favorable una comisión especial, Mr. Berlier solicitó del Consejo municipal de París autorización para ensayarlo en la capital, la cual se le concedió en 1881, aplicándole en un trayecto que iba desde Levallois-Perret al barrio de la Magdalena. Funcionó después en el cuartel de la Pépinière. La Comisión de saneamiento de París, que hubo de emitir dictamen en 1883, hizo por boca de su ponente M. Rouselle elogios y objeciones poco satisfactorios. El proyecto aún era incompleto, y por ello se recomendaba á la Administración que prestase medios para continuar y desarrollar la experimentación. El Ayuntamiento de París autorizó extender este sistema Berlier á los distritos VIII y IX, y el 27 de Noviembre de 1887 tenía ya 277 caídas, y evacuaba diariamente 137 metros cúbicos de materias. Aunque este sistema es mejor que el de Liernur, no altera los retretes actuales, no rechaza el agua y no expone á ver refluir las heces, ambos sistemas, y otros á ellos parecidos, no han merecido un aplauso general.

Rochard ha juzgado generalmente todos estos sistemas que requieren canalizaciones distintas y el empleo de aparatos y fuerzas mecánicas fáciles de alterarse, como defectuosos y de empleo inseguro. Dice, con razón, que no se puede confiar á una maquinaria complicada un servicio tan importante como el de las evacuaciones de una ciudad grande; y su saneamiento no se puede suspender

porque una palanca, una válvula ó un contrapeso funcionen mal, ó porque un tubo se rompa ó se obstruya.

El conocido ingeniero español D. Honorio Hernández-Agero, concejal del Ayuntamiento de Madrid, presenció, como delegado de éste, los experimentos practicados por el Municipio de París en 1899 sobre el sistema auto-destilación de basuras, y el de evacuación pneumática de aguas fecales aplicado en Levallois-Perret, y consignó sus impresiones en un brevísimo folleto de 31 páginas, donde se manifiesta satisfecho de este sistema, ensalzándole para su aplicación en Madrid. Es imposible, por lo que se dice en dicho trabajo, apreciar los desarrollos que haya podido tener desde 1881, en que se implantó en Levallois-Perret, hasta 1899 en que se hicieron los experimentos; como lo es también juzgarle comparativamente con los procedimientos del sistema Waring, mucho más generalizados y de recomendación más terminante y garantida.

Por el aire comprimido hay el sistema Shöne, establecido hace años en Eastborn, ciudad de 70.000 habitantes y 4.000 casas, al lado del mar, elogiado por el doctor Gibert, pero con manifestación de que, apropiado á las condiciones especiales de dicha ciudad, quizás no resultase en otras. Por lo demás, necesita de aparatos especiales, solamente recibe las heces y el agua doméstica, y el aire comprimido hace en él las veces del agua para los efectos de la limpieza.

De todos los sistemas no visitables, los que adquieren cada día mayor boga, se utilizan en aplicaciones varias, desde las que completan otras clases de alcantarillados, en ciudades como Londres, París y Berlín, hasta las que se bastan en sistema único, como en Dantzig, Breslau, Omalia, Keew, Norfolk, Pulmann, son los que deben considerarse como de Waring, por ser derivaciones perfeccionadas con el tiempo del que se ocurrió emplear por vez primera en Memphis, al cual pertenecen los de Bilbao, Valladolid y Sevilla, los tres más modernos propuestos en España, y que si son semejantes en lo fundamental, presentan ya algunas pequeñas diferencias, como es natural que suceda en toda obra que se hace con variaciones de lugar, tiempo y autores.

Este sistema se inauguró en Memphis después de ser dicha ciudad castigada por las enfermedades, y singularmente por la fiebre amarilla en 1878, que la llevó la décima parte de su población. No había alcantarillado en la población, se hallaba ésta en malísimas

condiciones higiénicas, el Mississipí recibía sus excretas, y se deseaba algo que acudiese pronto á remediar un estado de cosas que hacía de una villa de 40.000 almas un lugar abandonable. Entonces acudió el coronel Waring con su tubería de pequeños diámetros, su instalación rápida y su presupuesto económico. Se colocó un tubo colector de fundición, de 50 centímetros de diámetro, al cual abocaba una canalización en gres de 15 centímetros en unos puntos, de 20 en otros, tendiéndose en una longitud de 68 kilómetros. Sus pendientes variaban entre $0^m,005$ y $0^m,0017$ por metro, la ventilación la aseguraron 7.000 ramales particulares de 10 centímetros de diámetro, y un cierto número de bocas que servían á la vez de registros y de ventiladores especiales, se escalonaron á lo largo de la canalización 180 reservorios de cajas de sistema Fields, de una capacidad de $0^m,500$ y con una separación aproximada de 375 metros. Todo costó 1.150.000 francos, algo ménos de 17 francos por metro. Este sistema dió buenos resultados. En un principio hubo algunos atascos, pero se corrigieron fácilmente con varias excavaciones, y la separación de algunas junturas, y se acreditó de tal manera que, poco después, lo aplicaban por entero algunas poblaciones pequeñas, y le ensayaban en parte otras grandes, Londres, París, Berlín, entre ellas.

Ya Londres, que todavía en 1865 tenía un gran número de alcantarillas ejecutadas sin método en las dimensiones, pendientes, unión de las galerías, etc., y pozos negros en muchos barrios, sintió la influencia bienhechora de su famosa *General Board of Health*, y como desde 1850 Chadwick trabajaba por su reforma, las obras comenzaron en 1859 conforme á un plan general, reduciéndose considerablemente en ellas las alcantarillas no visitables. En 1882, M. Mille, inspector de puentes y calzadas, en un informe acerca del alcantarillado de Londres, decía así: «Los procedimientos de alejamiento inmediato y directo de las aguas sucias han sido mejorados por M. Griffith, sustituyendo á las galerías de las alcantarillas tubos de pequeño diámetro con el máximo de pendiente posible, de modo que se impidan y venzan en todas partes las obstrucciones por la velocidad del agua que marcha con un máximo de fuerza viva.»

Como se ve, en esta aplicación de los pequeños conductos, hecha mucho antes que Waring la hiciese en Memphis, había ya la indi-

cación de un sistema nuevo, que llegaría á metodizarse y completarse con el tiempo, como así sucedió. Por eso Rochard dice, con razón, que en los cuatro principios donde el coronel Waring sintetizó su sistema en el *meeting* de Nashville, celebrado por la Sociedad Americana de Higiene Pública, había poco de original, puesto que antes que Waring habían usado ya otros las tuberías de gres y las descargas de limpieza.

París instaló el sistema en 1884 en la *rue* Vieille-du-Temple, á propuesta de la Comisión de Saneamiento. La longitud total del enrejado, comprendiendo los ramales de las casas, fué de 725 metros; el diámetro de los tubos de Doulton fué de $0^m,152$; las pendientes variaban entre $0^m,003$ y $0^m,0197$; la corriente principal afluía á la alcantarilla de la calle de Rívoli; estaba aireado por los tubos de caída de las letrinas de dos escuelas y de un mercado público, y por dos tomas especiales de aire colocadas cerca del arroyo, y se dispusieron siete depósitos de descarga del sistema Fields en distintos puntos de la canalización. Costó todo á razón de 66 francos 85 por metro, y los ensayos dieron resultados satisfactorios. Hubo, como en Memphis, obstrucciones frecuentes, porque arrojaban en los retretes cuerpos duros y abundantes que, después de salvar los sifones, taponaban la tubería; pero las reparaciones eran fáciles.

Berlín tuvo numerosos anteproyectos y Memorias primero que el sabio Virchow recibiese el encargo de estudiarlos y proponer lo más conveniente, decidiéndose de un modo claro y concluyente por la adopción del sistema *tout à l'egout* con canalizaciones circulares de gres, no visitables, desde $0^m,22$ á $0^m,33$ y $0^m,45$ de diámetro, empleando la forma ovoide cuando la sección haya de ser mayor. Se hizo obligatoria la unión de todas las casas á la red.

Francfort-Sur-Mein es una ciudad cuyas obras de saneamiento son estimadas por los higienistas, como de lo más perfecto que se ha ejecutado, tanto en Europa como en América, Los datos que consignamos á continuación están tomados de las notas publicadas por el director de estos trabajos y sabio Ingeniero M. Sindley.

La extensión superficial de Francfort-Sur-Mein es de 520 hectáreas; su población de 130.000 habitantes; el cubo diario de aguas de alcantarilla de unos 10.000 metros cúbicos en tiempo seco. Como consecuencia del fatal estado sanitario de la población, el Municipio

de aquella ciudad designó en 1863 una Comisión, compuesta de M. M. G. Blondeu, F. Lichberg, W. Sindley, Dr. G. Varreutrapp y Geh. Baurath Wiebe, escogidos entre los Ingenieros y sabios que más se habían ocupado en asuntos de higiene pública, con el encargo de formar un proyecto, lo más perfecto posible de los trabajos que habían de ejecutarse con objeto de sanear la ciudad. De la Dirección técnica fué encargado M. Sindley, y comenzaron aquéllos en Abril de 1867, terminando en Julio de 1876. Las obras se ejecutaron con arreglo á los principios del sistema *tout à l'egout*, no visitable en la mayoría de las canalizaciones.

La forma adoptada fué la circular, con empleo de material de gres, y la ovoide, construída con ladrillo, y revestida interiormente con un enlucido de cemento portland. Las secciones de las alcantarillas están calculadas estrictamente para dar paso á las aguas que por ellas han de circular. No se presentan sedimentaciones en ningún punto de la red, la cual, por otra parte, se conserva perfectamente lavada, por medio de descargas automáticas de agua, hechas desde depósitos colocados en los ramales de origen. Las alcantarillas se reunen en un colector que evacua directamente al Mein. El servicio no se ha hecho obligatorio; sin embargo, los propietarios han visto tales ventajas que han unido todos sus fincas á la red, pudiendo decirse que hoy la versión es completa. En cambio se ha exigido con gran cuidado el cumplimiento de todas las disposiciones relativas á la higiene de las instalaciones interiores.

La longitud total de las alcantarillas en esta ciudad alcanza la cifra de 90 kilómetros; y se ventilan de un modo constante y continuo, sin que hasta ahora se hayan observado malos olores en ningún punto de la ciudad.

Bajo el aspecto sanitario, los resultados han superado á las esperanzas que desde el principio se tenían; las fiebres tifoideas que antes de las obras se presentaban en la proporción de 85 por cada 100.000 habitantes, habían bajado en 1883 hasta 9. En la mortalidad general se ha observado también un descenso muy grande.

Vamos á terminar esta reseña de ciudades afamadas diciendo en qué estado tiene Lisboa la cuestión de su alcantarillado.

Como consecuencia de una Memoria escrita en 1873 por los ingenieros encargados de estudiar el proyecto del puerto de Lisboa, en 1876, un ingeniero especialista, E. Gotto, fué encargado, me-

diante una remuneración de 160.000 francos, de formar un proyecto definitivo de saneamiento para dicha capital. Este proyecto, cuyo presupuesto pasaba de 30 millones, basado en los principios de secciones circulares, reducidas y no visitables, fué combatido vivamente. Como consecuencia de ello, el Gobierno portugués nombró al Sr. Castel-Branco para que visitara las principales ciudades europeas, y recogiera cuantos datos precisos y ciertos creyera convenientes para juzgar del funcionamiento de los diversos sistemas de canalizaciones adoptados. Después de recorrer durante dos años las principales ciudades de Europa, escribió una voluminosa Memoria que constituye un verdadero tratado de la cuestión, proponiendo como conclusión las bases para el saneamiento de Lisboa. En 1880, una Comisión, compuesta de ingenieros, médicos y químicos, recibió el encargo de fijar las bases definitivas de un programa para un proyecto de saneamiento. Por último: después fué nombrada otra Comisión puramente municipal, asesorada por los ingenieros de la ciudad, que ha señalado las bases definitivas del proyecto en cuestión.

He aquí las principales:

Comunicación de todas las casas con las alcantarillas que han de recoger las aguas fluviales, las aguas sucias y las materias fecales.

Supresión absoluta de pozos negros, permeables é impermeables.

Circulación continua, sin detenciones de ningún género, de las aguas sucias por una red de alcantarillas perfectamente aireadas y permeables.

La forma de las alcantarillas calculadas para evacuar justamente las aguas que hayan de recibir, y por tanto no visitables en su inmensa mayoría, será circular hasta las secciones de sesenta centímetros de diámetro, y ovoide para las de sección mayor.

Los tubos serán de fundición, esmaltados interiormente, y los ovoides de ladrillo con mortero de cal hidráulica y revestidos interiormente con cemento portland.

La evacuación de todas las aguas residuarias se hará al mar.

Se ve, por tanto, que este sistema de alcantarillas no visitables pretende haber obtenido sobre los demás ventajas manifiestas, y que tiene rasgos ó atributos tan perfectamente caracterizados, que con razón se pueden considerar como expresivos de un sistema perfectamente diferenciado.

Las principales razones que sirvieron de fundamento á sus iniciadores, fueron las siguientes: 1.ª Notable economía, comparado su sistema con el llamado visitable. 2.ª Asegurar de un modo más cierto y completo la limpia automática, tanto con las aguas ordinarias de la alcantarilla, como con la ayuda de los depósitos de descarga. Las dimensiones y pendientes de los conductos están calculadas de suerte que la velocidad media de las aguas ordinarias de la alcantarilla, no sea inferior á 0,60 metros por segundo, lo cual permite recorrer á dichas aguas una longitud de 2.160 metros en una hora, y de 51.840 metros en veinticuatro horas. Con esta velocidad se evita, del modo más seguro posible, todo género de depósitos; se consigue una constante y continua renovación en el aire de las alcantarillas, evitando del modo más absoluto el desprendimiento de gases y emanaciones, que nada más pueden ser producidos por depósitos permanentes, no lavados por las aguas y en una atmósfera que no se renueve. Esto ha sido comprobado experimentalmente en todas las partes donde se ha aplicado el sistema. 3.ª Como consecuencia de lo anterior, los gastos necesarios para conservar las alcantarillas perfectamente limpias, disminuyen de un modo notabilísimo. Así, mientras que en Francfort-Sur-Mein, población de 130.000 habitantes, después de terminada la red que fué ejecutada con arreglo á los principios de los alcantarillados no visitables, eran suficientes *cinco* hombres para conservar todos los conductos en el más perfecto estado de limpieza; en París, con un personal proporcionalmente doce veces más grande (en conjunto más de 1.200 husilleros) y gastos considerables que aumentan de año en año, son muy numerosas las alcantarillas que no se pueden mantener libres de depósitos. En muchas es imposible proceder á su limpia más de una vez por semestre, y en un reconocimiento efectuado en 1880, se comprobó que la mayor parte de las alcantarillas secundarias presentaban sobre su solera depósitos de arena más ó menos viscosa, cuyo espesor variaba de 0,^{m}10 á 0,^{m}30; en el colector Marceau los depósitos se elevaban á 0,^{m}80 de altura, y á 0,^{m}90 en el colector de Coteaux. Estos depósitos, especialmente en las alcantarillas secundarias, sobresalen del nivel de las aguas en muchas ocasiones, causando fermentaciones y emanaciones cuyos inconvenientes, desde el punto de vista de la higiene, no es necesario ponderar.

Las bases que caracterizan el alcantarillado este de *tout à l'egout* no visitable son, por tanto, las siguientes:

Una capacidad de los conductos que hay en cada calle calculada de manera que, con la pendiente disponible, sea justamente la necesaria para poder evacuar las cantidades máximas de agua que han de circular por ellos. De esta manera se obtiene el máximum de velocidad, y se consigue el ideal reclamado por los higienistas, que es el de circulación continua, sin que haya detenciones ni depósitos de ningún género de todas las aguas impuras de una ciudad. Se comprende que todo aumento innecesario en las dimensiones de una alcantarilla, debe dar por resultado una disminución en la velocidad y, por consecuencia, la provocación de esos depósitos tan perjudiciales.

Una distribución de pendientes dispuestas de suerte que, en cuanto lo permita la topografía de la población, vayan aumentando á medida que disminuyen los diámetros de los conductores circulares y la cantidad de agua que por ellos ha de circular normalmente. Prescripción que tiene por objeto mantener una velocidad casi uniforme en toda la red.

Una sustitución de la figura circular por la ovóidea en el conducto cuando el diámetro de éste llegue á 40 centímetros. Con esto se obtiene una segura ventaja aumentando la velocidad de las aguas que circulan por las alcantarillas en épocas ordinarias.

Una renovación y circulación constante del aire de las alcantarillas, lo cual se obtiene por medio de los pozos de registro y las recogidas de aguas de lluvia, y se facilita por la corriente de las aguas en la alcantarilla.

Un lavado frecuente de los conductos por medio de descargas automáticas de agua cada seis ó doce horas, según la pendiente y demás circunstancias de cada conducto, con objeto de mantener la superficie vidriada del gres constantemente en las mismas condiciones que tenía el día primero de su empleo en obra.

Una proscripción absoluta del empleo de tramos curvos entre dos registros consecutivos, á fin de poder registrar de un modo constante y completo toda la canalización con el auxilio de una lámpara *ad hoc*.

Una situación de pozos de registro en todos los puntos donde por cualquier razón (cambio de dirección, de pendiente, de diámetro,

etcétera), se alteren las condiciones normales de la canalización y exista alguna ligera posibilidad de formación de depósitos, así como en todos los puntos donde la longitud del tramo recto exceda de 50 ó 60 metros.

Un empleo de enlucidos de cemento, con espesor de $0^m,02$, en las canalizaciones ovoides, pozos de registro, etc., á fin de disminuir rozamientos y obtener que todas las superficies en contacto con el agua sean perfectamente lisas; así como un empleo cuidadoso de todas las precauciones que tengan por objeto evitar cuanto pueda disminuir la velocidad de las aguas, como, por ejemplo, redondear en el interior de los pozos-registros el ángulo de unión de dos alineaciones, forzando al propio tiempo un poco la pendiente en dicho ángulo; cuidar de que en la unión de dos conductos de distinto diámetro, la superficie del agua en los momentos de lluvia máxima no sea más baja en el conducto menor que corresponde á aguas arriba que en el que corresponde á aguas abajo, etc.

Expuestas las consideraciones fundamentales que preceden, pasemos á describir el sistema de saneamiento propuesto para Sevilla.

III

Razones de la Liga de Propietarios

Habíamos rogado á los señores comisionados de esta Liga que nos favorecían con sus informes, que de igual modo que el señor Ochoa nos llevaba de una en otra parte enseñándonos, hasta la saciedad, cuanto podía servir á la defensa de su causa, así también deseábamos hicieran ellos, llevándonos á enseñarnos cuanto pudiese demostrar todo lo contrario, previniéndoles que ni el tiempo, ni las molestias debían limitar sus enseñanzas, como no poníamos límites á las del Sr. Ochoa, por ser muy interesante el problema, muy grandes las ganas de ilustración que teníamos, y más necesitado nuestro juicio de cosas á ver, que de doctrinas á escuchar, las cuales aplazábamos para Madrid, donde con más calma y orden podríamos estudiarlas.

Así se hizo: galantes con nuestra indicación los señores comisionados por la Liga de Propietarios, acordaron dedicar la tarde del día 14 á que juntos recogiésemos impresiones y datos sobre hechos, y después nos entregaron varias instancias que irán al final de este informe, y de las cuales entresacaremos aquí sus fundamentos.

Hacerse cargo de ellos es juzgar cuanto se puede oponer al proyecto de alcantarillado, y con esto iremos haciendo una crítica que nos permitirá llegar á exponer las conclusiones que han de terminar este escrito.

En la referida inspección de la tarde del día 14 de Septiembre comenzamos recorriendo la ronda contigua al Guadalquivir, por donde ha de ir el colector núm. 1, el de la zona O., enseñándonos cómo el piso de la ronda está más alto que el de las calles próximas y paralelas, por ejemplo, la de Gravina, el Museo, San Pablo y Puerta del Arenal, Plaza Real, Puerta de Triana y Plaza de los Toros.

Caminando ronda abajo llegamos al muelle de la Torre del Oro, punto donde la afluencia y descarga de barcos aparece en su máxima actividad, y allí observamos la evacuación del arroyo Tagarete polucionando el Guadalquivir. Más abajo todavía observamos la casa de máquinas, que toma del río las aguas para el riego de jardines, paseos y calles

Desde aquí fuimos á ver el Tagarete, cuyo cauce, emplazamiento y dirección examinamos en sus relaciones puramente urbanas, con los barrios de la Calzada, San Benito y San Roque, cuyas casas obreras y fábricas abundantes estuvimos contemplando largo rato.

Desde este punto nos dirigimos á la calle de la Industria, ó sea á la ronda, donde hay construcciones obreras, el Matadero de reses y de cerdos, y señalándonos el punto donde el colector núm. 2 deja la ronda en la Puerta del Sol y se mete en la calle de las Huertas, nos hicieron reparar en que esta calle tiene un piso algo más alto que el de la Ronda de Capuchinos. Desde aquí, Puerta de Capuchinos, fuimos al Husillo Real por las calles de Rubio, Plaza de Pumarejo, Relator, Alameda de Hércules y Lumbreras, estrechas, de cuatro metros y á veces de menos, en dirección algo tortuosa, por donde á de ir el colector abriendo zanjas anchas y hondas, hasta llegar al sitio donde ambos colectores se juntan, y la Empresa proyecta emplazar su máquina elevadora en un solar que juzgan pequeño. Desde aquí, el Husillo Real, fuimos á la Resolana, en la Macarena, para examinar un vasto campo sembrado de huerta, detrás de la fábrica llamada del plomo, donde podría emplazarse la casa para la máquina elevadora.

Sintetizando las observaciones de esta tarde, las que hemos apuntado en nuestras conversaciones con los dignos comisionados de la Liga de Propietarios, y las contenidas en las numerosas instancias, recursos y protestas que nos han facilitado, podemos reunirlas en dos grupos: uno, primero, que desde luego eliminaremos de nuestro estudio por extraño á nuestro ya enunciado cometido, que es exclu-

sivamente sanitario, tales son las referentes á cuestiones de derecho, contratos municipales, tarifas, competencias é incompetencias de la Empresa, quejas contra el Ayuntamiento, codicia ó generosidad de los accionistas, atentados á la propiedad, contratos que impone la Empresa... porque este aspecto interesantísimo de la cuestión le estimó el Sr. Ministro, conforme dispone el art. 72 de la ley Municipal, de la exclusiva competencia de los Ayuntamientos, en cuanto se refiere al alcantarillado.

El segundo grupo comprende las observaciones sobre motivos verdaderamente higiénicos, que interesan al fin esencialmente sanitario del proyecto y de la ciudad, los cuales creemos se pueden resumir en las siguientes:

1.a En algunos puntos de su trayecto, el colector va por un suelo más alto que el de los ramales que á él abocan.

2.a El colector segundo, que corresponde á la zona O., en vez de seguir la ronda por donde iba hasta juntarse con el colector primero, al llegar á la Puerta de Córdoba se mete por calles estrechas, cruzando camino tortuoso de la zona N. de la ciudad.

3.a El solar donde ha de emplazarse la máquina elevadora de las aguas para conducirla por tuberías de impulsión á los depósitos de depuración, es pequeño, y debe ser preferido otro situado en la Macarena, detrás de la Fábrica de Perdigones.

4.a Hay que fijarse en las condiciones y resistencia del material que compone las cañerías.

5.a La tubería debe ser pequeña para sus necesidades.

6.a El subsuelo de Sevilla no se sanea con el alcantarillado, porque las aguas que le humedecen no son las pluviales y de uso doméstico, sino las que por él circulan formando sus veneros naturales.

7.a Los pozos negros no son perjudiciales: tienen sus defensores, son una propiedad, y sin embargo, la Compañía de Saneamiento ciega los que se encuentra en el paso de sus obras, siendo así que ella no debe recibir en sus cañerías más que las aguas claras, aireadas y sin principio de fermentación.

8.a El Tagarete es una fuente descubierta de infección de la ciudad, principalmente en barrios obreros, y desagua en la Torre del Oro, polucionando el Guadalquivir en uno de sus puntos más importantes.

9.ª La Compañía de Saneamiento va á verter en el río, va á ensuciarle y á causar los perjuicios tan conocidos de las poluciones fluviales, lo cual combatió antes el Dr. Laborde.

10. El riego de la ciudad se hace con agua tomada en el Guadalquivir un poco más abajo del sitio donde desagua el Tagarete.

11. La Compañía de Saneamiento no dispone del agua necesaria para su sistema, porque la que hay en Sevilla hoy es insuficiente, hasta para sus más ordinarias necesidades, como lo prueba el que la Compañía inglesa ni siquiera puede suministrar la que tiene obligación de dar.

12. Las remociones de tierra con motivo de las obras han producido enfermedades infecciosas.

Y 13. La depuración biológica de las aguas, última fase del proyecto de saneamiento para verterlas luego al río, no debe inspirar confianza, porque estas cuestiones científicas cuando se llevan á la práctica producen muchas veces una decepción.

Creemos haber procedido con estrecha conciencia recogiendo en estas trece proposiciones, ó cargos, cuanto se viene oponiendo de más atendible por todos los adversarios del proyecto, y principalmente por la Liga de Propietarios; y en verdad que, aparte aspectos económicos y de derecho privado, bien se puede decir que en ellas están comprendidas las cuestiones más esenciales que puede suscitar un problema de esta importancia. Ahora vamos á consignar la respuesta que dan la Compañía de Saneamiento, las personas partidarias de esta reforma y el examen imparcial de la cuestión, á tantas y tan graves objeciones, no olvidando que los señores de la Liga de Propietarios no ocultan, sino antes bien sinceramente declaran en documentos públicos y en manifestaciones orales, que ellos combaten principalmente por el impuesto que esta reforma crea á la propiedad, y por el temor de que las obras de la calle puedan afectar á la seguridad de algunas de sus fincas; de aquí que sus intereses de propietarios, defendidos como lo creen más conveniente, les induzcan á una crítica sanitaria del proyecto. Hiciera el Ayuntamiento por su cuenta esta reforma, diera á los propietarios aquellas garantías de seguridad y de indemnización, caso de accidente, que procede en justicia, y no vieran gravar sobre sus fincas, ya abrumadísimas con otras exacciones, una nueva más, y es casi seguro que no habría motivos de protesta, y que todos podrían ir

tranquilos y confiados á un nuevo estado de cosas, que ahora suscita oposición legítima de los intereses maltratados. Hay, por tanto, necesidad de apreciar las cuestiones en su origen y en su esencia; pero aun siendo así, justo es reconocer que si no es una sociedad científica, ni la encarnación de una crítica desinteresada la que analiza, discute y combate; que si no es, en fin, el verbo de lo que pudiera llamarse la mayoría, ni de las representaciones técnicas y notoriamente intelectuales, de Sevilla, sino un organismo muy respetable y digno de meros propietarios que hablan en nombre de un tanto por ciento, y contra tarifas más ó menos altas, no por eso en lo que dicen dejan de resultar planteadas cuestiones principalísimas del asunto, que probablemente no hubieran sido mejor planteadas por una corporación consultiva, y por tanto, obligan á tratar en serio la crítica de un problema de interés público transcendental por las personas en sí y por sus meditadas razones. Ellos son y han venido á encarnar solos el juicio de la crítica, y hay que concederles el honor á que por la cosa misma y por su finalidad económica tienen derecho.

7.ª *Los pozos negros no son perjudiciales: tienen sus defensores; son una propiedad, y sin embargo, la Compañía de Saneamiento ciega los que encuentra en el paso de sus obras, siendo así que ella no debe recibir en sus cañerías más que las aguas claras, aireadas y sin principios de fermentación.*

Los pozos negros representan, como es ya sabidísimo, un mal menor, preferible, y en ocasiones indispensable, cuando una conjunción de individuos o un hogar no tienen donde verter su excreta y ésta infecta su suelo, y con ello molestan á sus sentidos y amenazan á su salud; pero representan también una fase primitiva, atrasada, por extremo insuficiente, cuando se los compara con métodos de saneamiento superiores, que son organismos más perfectos, creaciones más adelantadas y previsoras, medios, en fin, más aceptables de responder á las graves exigencias de la vida y de la higiene.

Hemos leído varias veces el escrito que sobre este punto tan claro

nos entregaron á la mano los señores de la Liga de Propietarios, con fecha 18 de Septiembre de 1901, donde, invocando los nombres de Pasteur y Brouardel, se plantea el problema de si los pozos negros de Sevilla son inofensivos, y se invoca una sentencia publicada en el suplemento á *Le Temps (Petit Temps)* del 27 de Marzo del corriente año, dictada por la Sala 9.a del Tribunal Correccional de París, la cual falla á favor del propietario de una casa de la rue Velette su derecho á conservar el pozo negro, y á no desaguar en el alcantarillado.

Se trata aquí de una cuestión de higiene demasiado consagrada ya por las informaciones de la doctrina, los experimentos de los Laboratorios, la conciencia de las Sociedades, las disposiciones de las Leyes nacionales y las Ordenanzas de los municipios, las comprobaciones de las estadísticas y el estado del sentimiento universal en las cuestiones elementales de higiene pública, para que sea lícito y necesario razonar ampliamente sobre el particular, y se admitan como buenos y expresivos, á este fin concreto que tratamos, principios generales sobre fermentación, que expusieron dos hombres ilustres, como Pasteur y Brouardel, seguramente sin el propósito, ni la remota idea, de que pudieran invocarse como razones para una defensa semejante. Es seguro que contra este uso de sus enunciados serían ellos los primeros que protestaran.

Así, pues, los pozos negros son indispensables y utilísimos á veces cuando están bien hechos, aislados y en condiciones adecuadas; pero cuando los pozos, por su número, su permeabilidad y sus estancaciones corruptas, convierten el subsuelo todo de una ciudad en un fangal que rezuma por todas partes, apesta la vía pública y mantiene una mortalidad crecida, no hay modo ni razón para defenderlos.

Con respecto á que son una propiedad y deben ser respetados por una obra de saneamiento general, esta Dirección de Sanidad no puede menos de decir que faltaría á los más elementales dictados de su finalidad, su conciencia y su fe, en cuanto defensora de la salud pública, si creyera que esto puede ni debe prosperar.

La cultura y los progresos hasta de los pueblos más libres como Inglaterra y Norte América, han establecido, por sus leyes, que no hay solidaridad más seria, más grave, y por consecuencia, más imperativa que la de la salud pública. Que un ciudadano merece el

más absoluto respeto dentro de su hogar por lo que se refiere á sus creencias y prácticas religiosas, políticas, económicas... pero que no lo merece por lo que se refiere á sus prácticas sanitarias; porque tienen éstas, para la ley suprema de la salud pública, una transcendencia que no tienen aquéllas. El individuo que inficiona el subsuelo de su casa, y con ello el agua que circula llevando elementos de vida ó de muerte á otros hogares, y el que inficiona el aire que respiran los ciudadanos de contiguas residencias, comete un delito, realiza un atentado, que se va penando severamente en los códigos á medida que las naciones van apreciando por su mayor grado de cultura la gravedad de la cuestión. Ya nuestro mismo Código Penal, con solamente expresar vislumbres de estas importantísimas cuestiones, hoy tan ampliamente tratadas, ha señalado severas penas para tal clase de infecciones; y justo será advertir que la causa de las razas, y de la salud pública, irá avanzando cada día con más firmeza y severidad por este camino, porque ya se ha visto y desmostrado que ese es el que mejor salva los grandes intereses de la vida nacional.

Y quien dudare de este nuevo y fundamental aspecto de las costumbres y códigos de los pueblos adelantados, no tiene más que leer el volumen VI de la serie de monografías publicadas por la Dirección general de Sanidad, recientemente dada á luz, que trata de la sanción penal que se impone en el extranjero á los que cometen delitos y faltas contra la salud pública, esbozo de materia tan importante hecho por el distinguido miembro de la Real Academia de Medicina de Madrid, D. Baldomero González Alvarez, y allí se podrá apreciar con qué severidad y acertadísimo instinto de colectiva defensa, van las naciones cultas estimando y legislando estas cuestiones, antes abandonadas al capricho, la indiferencia ó la tacañería de los ciudadanos.

Cuando un hogar sufra el dolor y el desastre de la enfermedad mortal producida por la infección, piensen sus individuos que aquel agente que invadió como asesino su hogar, no se fabricó en él, sino que vino de otro hogar donde se le recibió, se le cultivó y se le transmitió, con más ó menos inconsciencia del daño, pero con un indiferentismo y menosprecio musulmán, que es uno de los factores y testimonios más expresivos de los pueblos y razas inferiores.

No, no puede ni debe prosperar semejante doctrina de respeto. O

el alcantarillado es bueno, ó no lo es; ó lo demandan los grandes intereses de la salud pública, ó no lo demandan. Conveniente y aun necesario es apreciar sus bondades y discutir sus defectos; pero una vez aceptado, hay que implantarle con todas sus consecuencias. Su instalación debe ser rigurosamente sanitaria, debe imponer el bien y la salud, y puesto que él representa la limpieza, el agua circulante, la desinfección del subsuelo, la sequedad, la seguridad de la construcción, la conservación del muelle, la civilización y la cultura, debe arrollar en su paso cuanto represente el mal, la enfermedad, lo atrasado, lo sucio, lo hediondo, lo estancadizo y lo húmedo. Allá está la vida y aquí la muerte. El deber es claro: ó lo uno ó lo otro; ambas cosas á la par son una lamentable y punible insensatez.

Terminamos estas observaciones con otra que envuelve un verdadero cargo contra la Compañía de Saneamiento; es á saber: el de que ésta recibe en sus cañerías las aguas sucias cuando no debe recibir más que las claras, aireadas y sin principios de fermentación; y este punto envuelve cuestiones fundamentales que debemos tratar con la sinceridad y franqueza con que es de rigor proceder cuando se trata de intereses tan transcendentales como estos en que nos ocupamos

Cualquiera que conozca la historia que viene teniendo esta concesión, advertirá en ella un trámite muy á la usanza española, en el cual, la Compañía manifiesta vacilación, cambios, rectificaciones y ampliaciones, que tienen sin duda, hay que reconocerlo y declararlo en descargo suyo, su origen en las dificultades, desconfianzas y resistencias que toda sociedad opone á las novedades, á las Compañías, y singularmente á cuanta creación lleva consigo un censo. ¿Cómo, sino fuese por esto, se comprendería que en la base primera del pliego de condiciones, se obligase al concesionario á extraer las heces fecales por otros procedimientos que no fuesen los de la misma red que ejecutaba, hasta que estuviese realizado el plan completo del alcantarillado? Porque ¿cómo esto podría hacerse, cuando era imposible materialmente realizarlo, supuesta la estructura característica de Sevilla?

Dada la estrechez de la casi totalidad de las calles, ya tantas veces expuesta; dada la ineludible, rigurosísima necesidad de destruir sus pozos negros por hallarse éstos en la calle, y precisamente en el lu-

gar por donde había que tender la red, ¿cómo era posible realizar esta obra y respetar los pozos negros? Y de no respetarlos ¿qué otra clase de extracción de heces se había de verificar que no fuese la de recogerlas en la misma alcantarilla que sustituía á los pozos negros? ¿Había otro lugar en la casa donde depositarlos? Se convino, marchando ya de desacierto en desacierto, y cediendo á los clamores de la parte de opinión pública que se interesaba en deshacer toda reforma que entrañaba gastos, en un término de transacción, que era un mal en vez de ser un remedio; construir en cada casa un pozo Mouras, donde los residuos se depurasen, y luego, vertidas sus aguas clarificadas en el alcantarillado, llevarlas al río por las cloacas comunes. Pero como esto era, de un lado, un factor incidental, para algunos de no muy seguros resultados, que surgía como un recurso provisional ínterin se completaba el sistema de saneamiento; y era, de otro, un motivo de agravación económica, puesto que cada finca resultaba gravada en la cantidad de 50 á 100 pesetas que valía el pozo Mouras, cuyo conjunto sumaría más de 1.000.000 de pesetas para la ciudad; sucedió que la realidad, con sus inexorables enseñanzas y determinaciones, hizo fracasar este propósito, y cuando quisimos ver los pozos Mouras, solamente encontramos dos en Sevilla, el del Hospital militar, y otro en seco, que no funcionaba, dentro del laboratorio de higiene de D. Pedro Seras.

Hay que ser honrados y formales, y poner las cosas en su terreno, para que aparezcan como son, y en este punto hemos de adelantar que desde los primeros momentos en que examinamos los hechos en el mismo Sevilla, comprendimos que si esta ciudad ha de poseer mañana un subsuelo saneado, no tiene otro remedio sino pasar por la necesidad, durante algún tiempo, de recibirlo todo en su alcantarilla, y verterlo en el río por la red de desagüe, no más ni menos que lo hace ahora con sus hediondos y nauseabundos husillos. Esta prohibición y compromiso de la base 1.ª de la concesión es sencillamente un absurdo, es hacer impracticable la obra, es no querer sanear Sevilla, y porque está así en la conciencia de toda persona imparcial, lo expuso el Sr. Sánchez Pizjuán en la junta que tuvimos el honor de presidir la tarde del 19 de Septiembre en el Ayuntamiento, donde, hablando ante los elementos oficiales más competentes en la materia, declaró que se imponía respetar esta necesidad en que se hallaba la Compañía de recibir en la tubería lo

que evacuaban las casas, ya que no había otro sitio donde recibirlo si se suprimían los pozos negros.

De esta cláusula hay que prescindir por necesidad, si ha de procederse de buena fe, y teniendo en cuenta que la versión al río es un ramal que conviene reducir todo lo posible en intensidad y duración, el remedio que se impone es dar á la Compañía todas las facilidades que el derecho y la buena administración consientan, para que complete lo antes posible su obra, y ponga su sistema de alcantarillado en condiciones de someter las aguas residuales al tratamiento de depuración biológica, que representa la última y muy importante base de la serie. Cuanto más se tarde en esto, tanto peor será para la salud pública de Sevilla y de los pueblos ribereños, aguas abajo, que necesariamente, y sin que nada pueda evitarlo, tendrán que sufrir las consecuencias de la polución del Guadalquivir.

13. *La depuración biológica no debe inspirar gran confianza, pues todos los días la práctica hace fracasar aquello que la ciencia aceptó como bueno.*

La objeción opuesta por la Liga de Propietarios á la eficacia depuratriz de las cámaras proyectadas donde se ha de emplear el procedimiento biológico, anaeróbico y aeróbico, que podemos llamar mixto, de Dibdin y Cameron, no se puede admitir como atendible por el solo hecho de exponer una desconfianza general sobre las conquistas de la ciencia, sin entrar en una crítica seria de su fundamento, y una demostración positiva, basada en hechos, de su ineficacia. La obra admirable que realiza el progreso de la higiene, y que tiene su génesis así en las investigaciones y adelantos de la ciencia como en la experiencia de las poblaciones, no puede ser juzgada, combatida y fácilmente proscripta por sencillas manifestaciones de escepticismo y de duda, sino que demanda más severo análisis, y por eso realmente lo opuesto á esta última y muy principal parte del proyecto por la Liga de Propietarios, no requería más contestación que las líneas anteriores. Pero como se trata de una parte principalísima del saneamiento, que forma con la red de tuberías, las máquinas y los colectores un todo armónico y completo, creemos un deber nuestro estudiar las razones y alcance de esta operación depuradora, ya que en la tercera parte expusimos la disposición de las cámaras donde se ha de verificar.

Convendría que empezáramos haciendo la crítica de las ventajas y los inconvenientes que ya hoy generalmente se reconocen á los procedimientos electrolíticos, químicos y agronómicos (*épandage*), en la depuración de las aguas sucias; más como no incumbe á una Memoria de esta índole exponer con detenimiento los numerosísimos sistemas que se emplean para depurar las aguas y evitar la polución nociva de los ríos, cuando en ellos hayan de verterse, descender á un estudio semejante, que exponen con amplitud los tratados de higiene, sería engolfarnos en una tarea impropia de aquí y excesivamente entretenida; pues con decir que pasan de 500 solamente los procedimientos químicos depurativos de aguas residuales hoy sometidos á experimentación en Inglaterra, se comprende que esta es una materia complejísima y por tanto vasta. Lo que sí

se deduce fácilmente, cuando se conoce algo la cuestión y lo que acerca de ella arroja la experiencia por todas partes, es que la electrolisis no es práctica; la precipitación química es cara, incompleta, defectuosa y exigente, y que la irrigación exige mucho terreno, difícil de adquirir y costoso, porque ha de ser al lado de las ciudades, y con ciertas condiciones de permeabilidad y de altura adecuadas, que además disponga de una vertiente fluvial y de un medio sustitutivo, porque la explotación agrícola no es posible siempre y en todas las estaciones; y seguramente el plantear este sistema en Sevilla sería una empresa muy superior á la que supone la bacteriolisis. Así, unos sistemas por caros, otros por inseguros, otros por exigir mucho espacio ó condiciones especiales de terrenos, etc., etcétera, se desechan casi todos, muy pronto, como inaceptables y poco prácticos. Un procedimiento que sea relativamente económico, que no exija gastos de material y personal para su sostenimiento, que verifique su cometido sin intervención del hombre, con mecanismo automático y por la sola acción natural de las condiciones en que se colocan las aguas, y que además ofrezca las garantías hoy posibles de realizar su objeto y cumplir su fin de purificar aquéllas, colocándolas en posibilidad de verterlas más ó menos inocuas al río, ó de utilizarlas como un excelente riego, por ser más abundantes en nitratos que las comunes, es cuanto se puede desear para una ciudad que carece de recursos en sus Ayuntamientos, y de fácil disposición para los gastos en sus ciudadanos; y este procedimiento que juzgamos parece llenar bien dichos requisitos. Cualquiera otro indudablemente sería menos seguro y más caro. Apreciado así el problema, huelga por improcedente cualquiera exposición de todos los sistemas conocidos, y divagar, en su consecuencia, acerca de si tal procedimiento podría quizás, y por lo poco que de él se sabe y se ha experimentado, aventajar á cual otro, porque una disquisición semejante no conduciría á nada práctico, ni serviría más que para obscurecer una consulta que hay necesidad de evacuar dentro de los adelantos más característicos y apropiados de la higiene, y de las condiciones topográficas y sociales que presenta Sevilla.

Lo que se debe tener muy en cuenta, como inspiración fundamental para juzgar estas cuestiones en la práctica, es que todos los procedimientos depuratorios de aguas residuales están hoy en entredicho; que todos, sin excepción de uno, representan aspectos de

estudio, evoluciones de la ciencia higiénica, la cual hace relativamente pocos años que se preocupa con ellos, y, por consiguiente, es natural que no los haya considerado definitivamente resueltos, así dentro de su rigorismo científico, como dentro de sus aplicaciones prácticas á las necesidades de las poblaciones. La prueba más evidente de ser verdad esto que decimos, es que el mismo famoso procedimiento de depuración por campos agrícolas, que parecía ya una solución definitiva, y con el cual, tantos y tantos millones de francos han gastado algunas ciudades, París, por ejemplo, vuelve á discutirse, y de nuevo plantea problemas interesantes que, no solamente atañen á la eficacia del procedimiento, sino á su preferencia sobre otros como una solución verdaderamente práctica. En el año 1899, y en ese grandioso Certamen de París á donde todas las empresas de la inteligencia y del progreso han llevado su representación y la defensa de sus intereses, la irrigación depuratoria agrícola ha sufrido quebrantos de consideración, que han hecho buscar nuevos caminos para llegar á mejores éxitos, y sin embargo, ¡cómo negar su grandísima utilidad!

Pasando á tratar de la depuración biológica, diremos que en un folleto recientemente publicado por el ilustrado médico y sabio higienista español D. Carlos de Vicente, á mediados de este mismo año 1901, acerca de las *Aguas del alcantarillado, su influencia sobre la salud pública y sistemas de depuración*, en el cual su autor, sin pensar poco ni mucho sobre saneamiento de poblaciones españolas, y tratando nada más la cuestión como un problema general de higiene urbana, donde ha procurado exponer el resultado del estudio que hizo en materias de higiene con motivo de su visita á la Exposición de París, dice al final, en las conclusiones que sintetizan el estado actual de cuestión tan importante, y la preferencia que debe darse, en estudios comparativos, á los procedimientos físicos, químicos, naturales, agronómicos ó biológicos, para la depuración de aguas, lo siguiente:

«5.º Los sistemas biológicos de Dibdin, Cameron y el procedimiento mixto que utiliza al par la acción anaeróbica de los depósitos sépticos y la de los aerobios en los dos ó más filtros de contacto, son más que suficientes en cuanto á sus resultados de purificación; presentan, además, la ventaja de permitir la utilización de los elementos fertilizantes contenidos en las aguas de alcantarilla en me-

jores condiciones para la vegetación que la depuración agrícola, y son incomparablemente más económicos que cualquiera otro sistema de los descritos.»

He aquí la última palabra, por hoy, de la ciencia higiénica, y he aquí también el procedimiento escogido por la Compañía de Saneamiento de Sevilla para depurar sus aguas. ¿Cabe pedir más? Pues todavía daremos otro dato. Habiendo hecho, en el mes de Octubre de este año, un viaje á Alemania, Holanda y Bélgica, el ilustrado ingeniero Sr. Moliní, tantas veces citado en esta Memoria, y habiéndonos honrado con su visita en el despacho de la Dirección, á su paso por Madrid, para preguntarnos si se nos ofrecía algo, puesto que iba á estudiar asuntos de importancia para las obras del puerto de Sevilla, le respondimos: «Sí; que nos haga usted el favor de ver en esas naciones adelantadas y en las ciudades que usted visite, algunas, como Hamburgo, muy cuidadosas de su higiene, el estado en que tienen el problema del alcantarillado, y no regrese usted á Sevilla sin decirme lo que haya visto y aprendido.»

Un mes después cumplía su palabra este hombre eminente, y nos decía: «la última expresión de la higiene es lo proyectado para Sevilla. Campos de irrigación, electrolisis, procedimientos químicos... todo aparece inferior, y cuando en Hamburgo y en otras ciudades hablé de esto, me respondieron que no hallaría nada superior á lo proyectado.»

Por consiguiente: determinación abstracta de la ciencia teorizante; enunciado sintético de un higienista que resume en sabia monografía las enseñanzas que ofrecen las soluciones del problema actual, presentadas con motivo del famoso Certamen universal de 1899, en París; y, sobre esto, impresiones personales prácticas y concretas, que trae hombre tan autorizado en materias de saneamiento de poblaciones como el ingeniero jefe de las obras del puerto de Sevilla; es decir, tres testimonios importantísimos que abonan y acreditan la depuración biológica, nos parecen razón bastante para admitirla como buena y aplazar para los resultados de la práctica el afirmar ó negar si su empleo en Sevilla tendrá los mismos éxitos que han obtenido aplicaciones semejantes, tan ó menos completas que la proyectada; hechas en Exeter, Leed, Icowil, Barread, Sutton, Manchester, Worcesterpark, West-Bromwich, Oswestry, Hampton, Harsow, Alton, Haydwars, Heath,

Maidston, Wadfort, Saint-Albans, Aylesbury, Crossnes, Blackburne, Carlisle... etc., donde, según de Vicente, funciona ya el sistema de Cameron, ó los sistemas mixtos.

Pero, se preguntará el lector: ¿Y á qué se reduce este procedimiento de depuración bacteriana ó bacteriolisis? G. Richou, ingeniero, publica en uno de los últimos números de *Le Genie Civil* (15 de Junio de 1901), un artículo sintético que condensa perfectamente esta materia, del cual podremos tomar lo necesario para dar una idea del nuevo sistema purificador, empleado en Inglaterra desde el año 1896.

Calmette, el ilustrado director del Instituto Pasteur de Lila (Lille), publicó un estudio en la *Revue d' Hygiene* del 20 de Marzo del año corriente, donde divide en dos grupos fundamentales todas las substancias de las aguas residuales é industriales que hay necesidad de descomponer: el de las subtancias *ternarias* y el de las *cuaternarias*. Sabido es que forman el primero la celulosa, el azúcar, el almidon, los ácidos orgánicos, que abundan en los residuos de las legumbres, frutas, hierba, papel, lienzo, restos de maderas ó vegetales leñosos, aguas residuales de las fábricas de azúcar, destilerías de almidón, y se deben transformar por la intervención sucesiva de los microbios que prefieren ordinariamente vivir privados del aire, es decir, en estado *anaeróbico*, en elementos minerales simples que paran en ácido carbónico, hidrógeno, ázoe y metano ó formeno (CH^4).

Ni es menos sabido que el segundo grupo comprende todas las materias azoadas, que abundan, particularmente, en las deyecciones humanas y animales, y en los residuos domésticos, siendo los principales las albúminas de la sangre, los restos de carnes, los despojos de los mataderos y de las lecherías. Estas materias azoadas, cuando sufren la acción de los fermentos, empiezan por disolverse si eran sólidas, y luego se transforman en peptonas; intervienen después otros fermentos para degenerarlas más, formar ácidos amídicos y, sobre todo, amoníaco. A su vez estos ácidos amídicos y el amoníaco sufren una desintegración más completa bajo la acción de los fermentos nitrificadores, y éstos paran, finalmente, en la formación de nitratos.

Cuando un agua de alcantarilla ha transformado todas las substancias ternarias y cuaternarias que contiene, éstas han pasado por

transformaciones sucesivas y se han convertido en substancias minerales, puede decirse que se ha purificado.

Dos profesores, Dibdin y Cameron, discurrieron sucesivamente dos tratamientos necesarios para conseguir y precipitar estos cambios químicos. El primero, jefe químico de la estación de Barking, para el tratamiento de las aguas de Londres, imaginó filtrar á través de capas de escoria de hierro, ó de cok, de 1 metro de espesor, el líquido efluente, previamente decantado de las substancias insolubles precipitadas por la cal y el sulfato ferroso. Pero este sistema que da buenos resultados cuando se aplica á aguas amoniacales muy diluídas, y que se hallan, por consiguiente, en un estado de purificación relativa, para el cual basta la acción de los microbios aerobios, no basta, en general, para tratar el agua primitivamente sucia, á causa de las substancias ternarias, y las materias orgánicas insolubles que contiene de ordinario. La superficie de los filtros, entonces, se engrasa después de algunas semanas de función, y hay necesidad de dejarlos en reposo, hasta que, pasados algunos días, los microbios aerobios recobran su influencia y destruyen la acumulación: entonces se pueden reponer en función los depósitos ó campos bacterianos. La capacidad inicial del filtro disminuye rápidamente hasta cierto límite, y se hace ya sensiblemente constante.

Como esta intermitencia funcional hacía imposible la aplicación general de dicho procedimiento á los grandes volúmenes producidos por las poblaciones, Cameron discurrió completar el procedimiento empleando primero, y antes que los depósitos bacterianos, un reservorio donde los microbios anaerobios pudiesen producir sobre las substancias ternarias una acción disgregante y soluble, y este es el origen de la cámara séptica *(septic tank)*, donde las aguas se acumulan durante veinticuatro horas, tiempo que se considera suficiente para determinar el desarrollo y la acción de los microbios anaerobios, y, por virtud de ésta disolver, á modo de digestión, las substancias insolubles. Después las aguas van á otros depósitos bacterianos análogos á los de Dibdin.

Launay, ingeniero jefe del Saneamiento de París, dice que pueden existir ambas acciones micróbicas (aeróbica y anaeróbica) simultánea ó sucesivamente; pero que, según los casos, procede realizar las condiciones que mejor convengan á la primera ó á la segunda.

Dentro de estas ideas fundamentales se han creado en muchísi-

mas ciudades, sobre todo inglesas, instalaciones purificadoras, que no hemos de detallar, ya con una ó dos cámaras, ya abiertas ambas, como en Manchester, ó una abierta y otra cerrada, según que se consideran más ó menos positivas y seguras las ventajas de suprimir el aire, recoger los gases producidos para usos industriales, suprimir los malos olores y conservar el calor, condiciones más favorables para la acción bacteriana; ó que, como tienden á demostrar los resultados prácticos de Leeds y Manchester, baste con el sombrero, capa ó costra, llámese como se quiera, que se forma en la superficie de los depósitos abiertos, y que produce una cámara cerrada natural, que protege perfectamente la masa líquida contra las aireaciones y pérdidas de calor, lo cual hace inútil el gasto de cubrir el depósito, sin que los olores, según Calmette, molesten más de lo que molestan las fábricas de gas.

Después de los depósitos sépticos, las aguas se llevan á los depósitos, ó cámaras, bacterianos aeróbicos, que en Manchester son de 2.000 metros cuadrados de superficie cada uno, de 1 y 0,75 metros de profundidad, rellenos de escoria de hierro, ó de cok.

Los resultados obtenidos, por ejemplo, en Manchester, son los siguientes: el primer depósito reduce al estado de amoníaco y de nitratos cerca del 50 por 100 de las materias orgánicas disueltas que contenía el agua sucia, y el segundo purifica igualmente el 50 por 100 del resto; de modo que el líquido efluente se purifica en la proporción del 75 por 100.

He aquí un análisis presentado por S. Rideal en su estudio *Sewage and purificatión of Sewage*. (Londres, 1900.)

	Agua de alcantarilla al entrar en la fosa séptica	Agua á la salida de la fosa séptica	Agua á la salida de los depósitos bacterianos
Extracto por 100	46,8	48,6	42,4
Oxidabilidad	6,56	4,32	0,78
Amoníaco libre	3,6	4,9	2,48
Azoe albuminoide	1,40	0,64	0,45
Nitritos	0,00	Huellas	Huellas
Nitratos	0,00	0,041	0,30
Azoe total	7,4	6,24	4,5
Azoe orgánico	4,4	2,2	2,2

Las aguas al salir de los depósitos bacterianos tienen, por consiguiente, mucho ázoe amoniacal y ázoe orgánico, pocos nitratos, testimonio de que la superficie es incompleta, pero el amoníaco se halla en un estado tal que se transforma en nitratos en cuanto dispone de microbios nitrificantes y de una cantidad suficiente de aire para poderse oxidar.

Es muy interesante advertir que, según Calmette, los microbios patógenos, bacilo tífico, coli y el bacilo enterítico esporogeno de Klein, no se destruyen fácilmente á su paso por las aguas en la fosa séptica. Su número disminuye, pero no desaparece del todo, porque se les encuentra siempre á la salida de los depósitos bacterianos.

En la Memoria de la Compañía de Saneamiento se presenta un análisis de las aguas sépticas á la salida de las cámaras anaeróbicas; en la memoria del Sr. Vicente hay varios análisis de estas aguas; en la discusión habida con motivo de la ponencia de Kenwood y Butler, presentada el 17 de Abril del corriente año en la Asamblea higiénica del *Sanitary Institute*, á que nos referiremos algunas líneas después, hay otros análisis...; pero renunciamos á presentarlos porque esta Memoria no debe descender á tantos detalles, propios de un estudio científico acabado de la bacteriolisis.

Sin admitir exageraciones de concepto, propias de las luchas que mantienen en el campo de la ciencia las cuestiones todas, como las mantienen en los campos de la religión, la política, el comercio y la industria; sin exagerar la inferioridad de los procedimientos electrolíticos, químicos y agronómicos para la depuración de las aguas, y la extraordinaria superioridad del procedimiento bacteriolísico, hoy en moda por ser el más moderno, y el que más naturales y económicos horizontes presenta; no creyendo, en fin, esto que pudiéramos llamar la cotización científica del día, no se puede, ni se debe, en conciencia, desconocer que la purificación bacteriana es hoy la preferible, aunque presente un dilatado campo de experimentación y nuevos puntos de vista, á resolver en lo porvenir, como lo demuestra el *meéting* celebrado sobre esta misma cuestión el 17 de Abril del corriente año 1901 en el *Sanitary Institute* de Londres, siendo ponentes Kenwood y Butler, y habiendo intervenido en el debate los Sres. Carey, Rideal, Scott-Moncrieff, Douglas Archibal (de Londres), Barwise (de Derby), Kaye Parry (de Dublin), Martín (de Exeter) y Lowcock (de Birminghan). Hay, sí, mucho por estudiar en él, pri-

mero que se ilustre definitivamente la magna cuestión de interés público que entraña; sus mismas fundamentales incógnitas y aspiraciones: por ejemplo, la necesidad de la clausura y supresión del aire en las cámaras anaeróbicas y la de la sucesión de ambas distintas cámaras; la de suprimir ó reforzar el oxígeno, para que variedades de gérmenes realicen variedad de efectos desorganizantes, la clase, intensidad y estabilidad de los productos formados y de las combustiones y nitrificaciones producidas, según las aguas, temperaturas, tiempo que dura la bacteriolisis, etc., etc., porque sobre esta materia de estudio—que demuestra cómo sucede en tan graves cuestiones lo mismo que sucede en todas, ó casi todas, y es que la ciencia, la economía y la administración pública no han dicho todavía su última palabra, ni hay indicios de que la digan pronto,—está la afirmación precisa, terminante irrebatible de que son un progreso extraordinario, que las aguas salen en fases más ó menos adelantadas y completas de purificación, y que en términos comparativos aventajan á otros procedimientos, dentro de las indicaciones que imponen las circunstancias de Sevilla; y de este hecho esencial no hay por qué salirse.

La ponencia de Kenwood y Butler en aquel ilustrado certamen de biólogos, químicos, ingenieros y delegados sanitarios, que habían acudido á la ilustración de una materia tan importante para la vida de las ciudades del Reino Unido de la Gran Bretaña, afirmó con general asentimiento y sin discutido acuerdo, los dos siguientes puntos esenciales: 1.º, que la depuración bacteriológica de las aguas residuales es, no solamente el método más racional, sino también el más práctico, y aunque se haya exagerado mucho su baratura, es indudablemente el más barato de cuantos métodos se pueden adoptar; y 2.º, que es el procedimiento que ofrece mayores ventajas. Y á esto hay que atenerse en lo fundamental, porque ya si la costra sólida que se forma encima de las aguas, privándolas de aire y de luz, viene á suplir las cámaras cerradas para las disgregaciones anaeróbicas; si la acción depurativa de las instalaciones aumenta ó no con el uso; si el distribuidor de Stoddart derrama con más ó menos igualdad el líquido en el tanque séptico que como lo hacen otros irrigadores; si es preferible que las aguas se pongan en contacto con el oxígeno atmosférico desde que salen de los colectores, ó que vayan á cámaras anaeróbicas para licuar la materia orgánica que

llevan suspendida; si el amoníaco libre, el amoníaco albuminoideo, el oxígeno absorbido en un tiempo determinado, los nitratos existentes resultan en tales ó cuales proporciones, según el espesor de la capa filtrante, la estancia más ó menos larga en los tanques de sedimentación, y la velocidad de la corriente á su través; si el tanque cubierto de Acton Works presenta menos sedimento que los de otras formas y procedencias... y, por este estilo, si hay otros muchos puntos á debatir, cuestiones por ilustrar y perfeccionamientos por obtener, todo eso representa el bagaje de estudio y de progreso que encierra el sistema, el cual persigue su más acabada evolución y brinda con la esperanza de presentar dentro de cuatro, ocho ó más años, nuevos puntos de vista y mejoras, que no se oponen á que ya hoy se utilice lo que por el momento se considera mejor.

En resumen: el procedimiento de cámaras de purificación que presenta la Compañía de Saneamiento de Sevilla es perfectamente científico, y por tanto aceptable; y como es notorio que la ciencia va de prisa en esta rama, se puede fácilmente alardear de adivino diciendo que si no se ejecuta pronto el proyecto de Sevilla, sucederá que dentro de pocos años se impondrán otras modificaciones, porque lo ahora convenido aparecerá ya algo atrasado; y nos sucederá en esto lo que siempre nos acontece en España, y es que como aquí todos los proyectos de obras públicas tienen una tramitación lenta, los proyectos de manicomios, hospitales, cuarteles, saneamientos, escuelas, mercados.., cuando llegan á realizarse aparecen ya defectuosos, anticuados y no respondiendo cumplidamente á la expresión más moderna y satisfactoria de su cometido.

Escrito ya, y en la imprenta, el artículo precedente acerca de la bacteriolisis, recibimos la siguiente carta de quien podemos considerar como un verbo científico de la Liga de Propietarios, D. Manuel de Olivera, contestando á otra nuestra acerca de las objeciones opuestas al proyecto. Deseando no omitir en nuestra Memoria reparo ni observación alguna que creyeran importante y merecedora de ser tenida en cuenta los adversarios de las obras de saneamiento, escribimos á dicho señor enviándole copia de las 13 objeciones, para que nos dijera si contenían los principales argumentos y razones, de

índole higiénica, que oponían á dicha obra, y por consiguiente, si habíamos sido fiel intérprete de sus puntos de vista; y á esa carta nuestra respondió, diligente y amable como siempre, D. Manuel Olivera, con las siguientes explicaciones, dignas de ser apreciadas:

Sevilla, 18 de Noviembre de 1901.

Sr. D. Angel Pulido: Mi siempre respetable y simpático amigo y compañero.

Recibí la suya, fecha 12, y crea no digo ni la mitad de lo que siento si le repito cuán agradables me son sus cartas y en cuánto estimo sus buenos deseos, como igualmente todos los compañeros de la Liga, que no ambicionamos otra cosa que lo mejor.

Su carta de observaciones la presenté á la Dirección de la Liga, la que por mi conducto transmite á usted espontáneas alabanzas, pues sus cartas son indubitables pruebas del interés con que estudia usted todos los argumentos que la Liga ha puesto á su reconocida competencia, y no duda que su resolución será la mejor, no sólo para el bien de la propiedad de Sevilla, sino de sus habitantes en general, pues los principios en que basa su científica resolución, por el alto Centro de que dimana, se han de traducir en sabias leyes para todas las grandes poblaciones de España. En atención á los continuos abusos que la Empresa comete cegando los pozos negros que la propiedad tiene en la vía pública, como recogiendo las materias de esos pozos negros y los de muchos más en sus alcantarillas vertiéndolas en el río, con grave detrimento de éste, y faltando descaradamente á las bases 1.ª y 10.ª en sus artículos; en los 1.º al 6.º y base 20.ª por todas las escalas les queda, tanto á la Empresa como á los particulares, prohibido el verter dichas materias en las alcantarillas, hasta que terminadas por completo las obras y aparatos de depuración se encuentre facultada para recoger dichas materias (cuyas bases puede usted ver en una de las Memorias impresas que la Liga le entregó), y pensaba esta Liga el dirigir, aprovechando su benevolencia, á usted un escrito sobre este punto, pero creo han desistido de ello, pues han visto con alta complacencia es una de las cuestiones de las trece en que usted resume las objeciones que esta Liga de Propietarios hace al alcantarillado.

Yo, por mi parte, sólo tengo que decirle que en dichas trece objeciones encuentro completamente resumidos por usted todos los deseos y peticiones de esta Liga; pero siempre contando con su amistad y buenos deseos, me permitirá hacer alguna ampliación á la última, ó sea lo que decía la 13: «La depuración biológica no debe prestar gran confianza, pues todos los días la práctica hace fracasar aquello que la Ciencia aceptó como bueno.»

Es cierto que en mi primer escrito de reclamación así me expresaba por no hacerlo más largo, creyendo que como todas las pruebas que en él aducía, eran irrefutables y el proyecto tan desastroso, tanto para la propiedad como para toda la población de Sevilla por el lado higiénico, nunca creí que tuviera defensores el proyecto, y por consiguiente, sería desechado por malo y perjudicial; pero luego que ví que por egoismo de unos, y por otra cosa más fea (que desgraciadamente hoy es lo que priva' por otros, se trataba de sacar á flote el proyecto sin amor ni patriotismo, y comprendiendo que éste, siguiendo forzosamente el curso que la Empresa trataba de evitar, había de llegar á estudio de altas Corporaciones, me creí obligado á hacer y presentar mi segundo escrito como ampliación al primero (ambos están entre los que usted tiene) (1).

Por él verá usted que ya no ponía en duda el resultado práctico del alcantarillado en la parte correspondiente á la depuración, sino que terminantemente probaba su ineficacia, y por consiguiente, sus perjuicios.

Su reconocida ilustración me evitará el tener que tratar este asunto con una extensión quizás desagradable, y sólo me concretaré á lo esencial.

La depuración biológica natural sólo se hace en la tierra por el intermedio de los microorganismos que en la misma tierra existen.

En los dos primeros metros del subsuelo, por la propiedad que tiene del calor (37º) y aireación necesaria, es donde se desarrollan los saprofitos, que por sus dos condiciones de reductrices, ó anaeróbicos, y oxidantes, ó aeróbicos, han de convertir las materias azoadas y amoníacales (materias orgánicas procedentes de la destrucción y desasimilación de los seres orgánicos) en nitratos y nitritos, y el carbono en ácido carbónico, y éste, por último, á expensas del oxígeno del aire, en agua. Cierto y probado que esto se verifica en el seno de la tierra, pero que esto es el resultado de una combustión lenta y para cuyo trabajo se requiere mucho tiempo (más de 20 días), temperatura y aireación apropiada para que los microorganismos obren en la soledad y el silencio su, hasta hoy, impenetrable trabajo, oponiéndose y evitando las fermentaciones y putrefacción de las materias orgánicas.

Esta que la ciencia oculta de la Naturaleza hace, lo quieren hacer artificialmente, si bien se le agregue el calificativo de intermitente para dar lugar á la aireación y conservación de las bacterias (micrococus prodigiosus, butírico y demás).

Aquí es la gran equivocación.

Se quiere que por sólo el paso de las materias fecales durante veinticuatro horas por unos conductos llamados cámaras anaeróbicas, los microor-

(1) Y ambos se publican en apéndice al final de esta Memoria.

ganismos obren sobre dichas materias destruyéndo'as, y licuando sus principios orgánicos sólidos, como si estas mal llamadas cámaras anaeróbicas no fueran simple y sencillamente que un colector, ó mejor llamado continuación del conducto de impulsión.

Del mismo modo, por otros filtros llamados cámaras aeróbicas, y por donde las materias pasan en tres horas, y casi siempre por las mismas materias con ambas especies de cámaras, se quiere sustituir á lo que la Naturaleza hace en la madre tierra, donde las condiciones son siempre las mismas, cuando en las cámaras que se intentan establecer la temperatura en la mayor parte del año no subirá de 10°, temperatura donde los microorganismos ni se desarrollan y mueren, porque la suya propia es de + 37°.

Este es el verdadero caballo de batalla científicamente del alcantarillado (aparte de los muchos defectos y abusos que en todos terrenos cometen). Ese fantasma de cámaras anaeróbicas y aeróbicas donde las materias han de estar á lo sumo veinticuatro horas sin ninguna clase de las condiciones científicas, y por donde cada veinticuatro horas van á pasar 22.000 metros cúbicos de materias de todas clases, y hasta químicas y venenosas, va á obrar como la Naturaleza sabia lo hace en períodos larguísimos y con condición térmica necesaria, para luego dedicar esas aguas para regar huertas cercanas á la población, y arrojar en el río también dichas aguas, cuando los campos de irrigación, donde los hay, están leguas retirados de poblado, y cuando dichas aguas las reciben los ríos en bastantes leguas más allá de los últimos pueblos ribereños.

¿No habrá siquiera derecho á la vida para estos pueblos?

La experiencia es madre de la ciencia, y á la vista tenemos lo que ha acontecido en las grandes poblaciones donde han vertido los residuos orgánicos en sus ríos. Poco trabajo cuesta á los Gobiernos consultar á los Ayuntamientos de dichas poblaciones antes de comprometer la salud de una gran ciudad, de sus habitantes dignos de defensa; de los intereses perjudicados y hasta el prestigio de las Corporaciones y Autoridades que de un modo más ó menos directo intervengan en el asunto, pues cuando llegue el día todas serán responsabilidades, pues todos en él pusimos nuestras manos.

Termino, amigo pacientísimo, suplicándole disimule tantas molestias, quizás por el deseo de complacerle, y sólo me resta ofrecerle mis respetos, y los de los demás señores de la Liga, y mande á su affmo. amigo s. s. y compañero q. b. s. m., *Manuel de Olivera*.

Tenemos en tanto aprecio cuanto procede de la Liga de Propietarios, nos inspiran tan justificada estimación y respeto estos señores y los intereses que representan, que pudiendo destinar al final de esta Memoria, en unión de los otros documentos que nos han entregado, esta carta, y aun considerando que por lo que tiene de particular podía muy bien ser omitida en nuestro informe, preferimos darle la importancia de un documento y traerla al cuerpo de nuestro escrito, para que se pueda apreciar con más elementos y razones la significación de lo que se debate, y el fundamento de unas y otras convicciones.

Dejando lo del cegamiento de los pozos negros, por haberlo tratado ya con la debida amplitud en la objección 7.ª, y volviendo á hablar de la purificación bacteriana, conviene nos hagamos cargo de algunas afirmaciones científicas que son la base de esta carta, y que, una vez rectificadas convenientemente, facilitarán la inteligencia de todos, y disuadirán tal vez al mismo Sr. Olivera de su injustificada negación.

No duda este señor de la eficacia de la bacteriolisis por las cámaras purificadoras sino que la niega por las razones siguientes que expone.

Porque la depuración biológica natural sólo se hace en la tierra, donde en los dos primeros metros del subsuelo hay la temperatura de 37° y la aireación necesaria para que se desarrollen los saprofitos que por sus condiciones de reductrices, ó anaeróbicos, y oxidantes, ó aeróbicos, han de convertir las materias azoadas y amoniacales en nitratos y nitritos, y el carbono en ácido carbónico, y éste, por último, á expensas del oxígeno del aire, en agua.

Y porque este trabajo requiere más de veinte días de soledad y silencio, y las cámaras sólo actúan durante veinticuatro horas, siendo sencillamente un colector, ó mejor aún, una continuación del conducto de impulsión.

Hay aquí evidentemente una confusión de conceptos y principios cuya aclaración no requiere mucha doctrina.

No es exacto que solamente la tierra sea un agente de purificación biológica, porque ¿dónde deja el señor de Olivera esas grandes fábricas de depuración que se llaman la atmósfera y las aguas circulantes, entre ellas las de los ríos? ¿cómo se pueden desconocer y negar estos vastísimos y muy estudiados talleres de transformación

que tiene la naturaleza? La acción reductora de la luz, el calor y el oxígeno que abundan en el ambiente son una base de la vida y de la transformación de la materia orgánica, que no se puede desconocer ni negar, por ser ya de lo más elemental en principios de higiene.

Y respecto á la acción depuradora de las aguas y al poder nitrificante de los ríos, ¿quién lo niega hoy? Es ya vulgarísimo el hecho de que el Sena, que al pasar por el puente de Asnieres y recibir las grandes cloacas de París se queda casi sin oxígeno disuelto, empieza á recobrarlo en Mary, y ya en Rouen tiene la cantidad normal, habiendo reducido sus bacterias á su proporción ordinaria. ¿Cómo podría ser esto sin la virtud nitrificadora de las aguas?

Las aguas del Oder recobran á los 32 kilómetros de Breslau sus primitivas condiciones físicas y químicas. Las del Isar, que reciben la polución de Munich en proporciones de seis milígramos por litro de agua, vuelven á purificarse á los siete kilómetros de su trayecto, según Pettenkofer... etc. Y por esta clase de observaciones, que no procede enumerar, resulta que es una verdad generalmente aceptada la depuración espontánea de los ríos, y que lo que discuten los tratadistas y legisladores, dentro de la conveniencia general, por nadie negada, de conservar los ríos en la mayor limpieza posible, es determinar si, impuestas las poluciones obligadas por fuerza superior, se toleran tales ó cuales proporciones: sean éstas 1 por 15 en cursos rápidos, como admiten los alemanes; sean uno desde 130 en adelante, como admite el Consejo de Higiene de Massachussets, ó 1 por 150, como señala el Real Consejo de Sanidad español... etc., etc., lo cual es muy distinto.

No admite duda, por consiguiente, que los ríos purifican ó nitrifican, y por eso es un error asegurar que solamente lo hace la tierra, la cual, por otra parte, tampoco tiene en su primera capa los 37° que dice el Sr. de Olivera (siendo ésta la temperatura media normal cutánea del ser humano), ni es exacto que el ácido carbónico y el oxígeno del aire formen el agua, la cual es H^2O, un compuesto de hidrógeno y oxígeno, y no de oxígeno y ácido carbónico. Hay aquí, sin duda, distracciones y errores de concepto que, tratándose de un profesor ilustrado, como es de justicia considerar al Sr. de Olivera, no se pueden explicar sino por la precipitación con que debe haberse escrito la carta y la natural confusión que á las

veces produce en todo hombre de ciencia evocar recuerdos y citas sobre materias que no se tratan ni analizan á diario, y sí incidentalmente. Exacto es que, según la Física, por cada 30 metros que se profundiza en el suelo aumenta 1º centígrado la temperatura; pero no lo es que en la primera capa y á dos metros del suelo haya 37º, como lo pueden atestiguar las alcantarillas, los pozos y sótanos, que seguramente acusarán al termómetro temperaturas diferentes á las de 37º.

Las observaciones acerca de la temperatura que tienen las capas superficiales del subsuelo, hechas en Zurich por Ott, en Bruselas por Quételet, en Edimburgo por Torbes, en Upsal por Angtrom, en Trivandrum por Caldecott, en París por Becquerel, y todas en años diferentes, que arrancan desde 1762 hasta 1863, han demostrado que el calor solar se acumula en parte hasta cierta profundidad, más allá de la cual no hay variaciones periódicas sensibles. Por consiguiente, que varía la temperatura *disminuyendo* desde la superficie del suelo hasta la capa invariable en verano, y *aumentando* en invierno; que varía durante el día con velocidades que se transmiten de fuera á adentro á razón de tres horas por capas de tierra de un decímetro de espesor, y que fijándonos, por ejemplo, en la temperatura que hay á la profundidad de un metro del suelo, varía desde 5º,77 que tiene en Febrero como mínimum, hasta 15º,73 que tiene en Agosto como máximum.

Basta esta sencilla indicación, que no interesa llevarla á más detalles, para que nos preguntemos: ¿De dónde, y por qué afirma el señor de Olivera que la tierra tiene 37º en sus dos primeros metros?

Es evidente que las veinticuatro horas no bastan para obtener una depuración completa de las aguas sucias en las cámaras bacteriolísicas, hecho ya consignado por los tratadistas de este sistema; pero supone desconocer ú olvidar toda la razón científica del sistema, cuánto enseñan las instalaciones numerosas que hoy existen en las muchas poblaciones que hemos citado y otras que podríamos mencionar, y lo que refieren los numerosísimos hombres de ciencia que en América del Norte, Inglaterra, Francia, Alemania y muchos más puntos acreditan la exactitud de estos procesos de purificación, y analizan las circunstancias de su determinación y de su desarrollo, el contraponer á tan numerosos y autorizados testimonios de todas clases la negación pura, sin pruebas ni razones. Toda incre-

dulidad frente á las maravillas de la radioscopia, del teléfono y del fonógrafo no impedirá que estos fenómenos sean exactos; y todas las afirmaciones de que las cámaras purificadoras no son más que una continuación de los colectores ó conductos de impulsión, como asegura el señor de Olivera, no tienen realmente más valor y parecida confusión que el afirmar que las vesículas pulmonales son una mera continuación de los bronquios.

En esta materia hay ya principios generalmente reconocidos, por ejemplo los siguientes:

Kendowood y Butler expusieron como una verdad generalmente aceptada que los filtros de doce pies de profundidad pueden depurar 500.000 galones (ó sean 2.700.000 litros) en cada período de ocho horas, de las cuales se emplean una para llenarlos, dos teniéndole llenos, una para vaciarlos y cuatro en reposo.

Las diferentes clases de aguas residuales presentan diferente resistencia á los agentes naturales de depuración.

La acción purificadora de las instalaciones aumenta con el uso, teniendo que transcurrir algún tiempo primero que adquieran su máximum.

Los sistemas de canales y filtros que permiten el contacto del aire en los tubos nitrificadores de Scott Moncrieff, con filtros de Ducat, Lowcock, Stoddart, y acceso intermitente de las aguas, son de una acción oxidante superior.

Las observaciones hechas en dos pueblos por los citados Kendowood y Butler acerca de los cambios que experimentan las aguas á su paso por el depósito, aun antes de que se hubiese formado sobre la superficie la cubierta protectora, les han demostrado que cuando los líquidos de los colectores pasaban despacio depositando lo más grueso de las materias en suspensión, y el gasto líquido estaba calculado de tal suerte que se renovaba por completo en cincuenta horas, el grado de purificación era considerable, y tomando el término medio de una serie de productos en Willesden, encontraron: amoníaco libre, 9 partes por 100.000; amoníaco albuminoide, 1,4; oxígeno absorbido en dos horas, 7,9; nitratos, 0. Seis semanas después de funcionar el tanque en las condiciones dichas, es decir, todavía sin cubrirse con la capa protectora, daba ya: amoníaco libre, 2,9; amoníaco albuminoideo, 0,46; oxígeno absorbido en dos horas, 3,2; nitrógeno al estado de nitratos, 1. El líquido filtrado carecía de pro-

piedades organolépticas repulsivas, y apenas se percibía, á lo sumo, un ligero olor fecal.

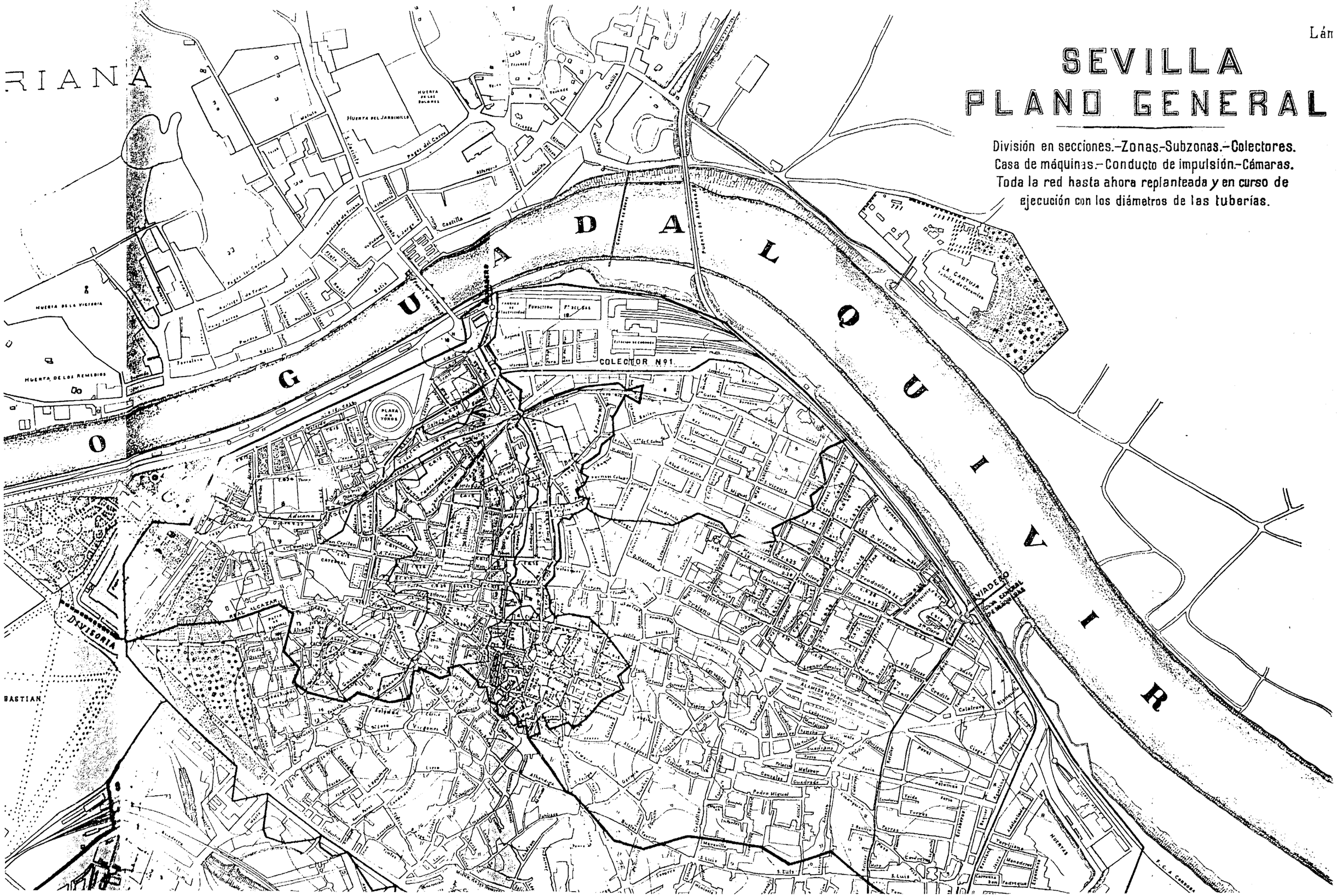
Uno de los mejores depósitos purificadores es el de Acton Works, cuyo movimiento está regulado de manera que cada veinticuatro horas pasan 200.000 galones por un tanque de 145.000 galones de capacidad (cada galón representa 4,54 litros), y las aguas alcanzan una purificación notable.

Estas instalaciones pueden purificar 500 galones, unos tres metros cúbicos por vara cuadrada cada veinticuatro horas; en ellas se obtienen cantidades importantes de nitrógeno oxidado, que asciende hasta 4 ó 6 por 500.000, y el oxígeno disuelto llega hasta siete milígramos por litro. Una gran parte del nitrógeno total del líquido se oxigena, formando nitratos, y la cantidad de amoníaco libre es sensiblemente ninguna. Analizadas muestras de líquido procedentes de estas instalaciones, se ha visto que el reactivo de Nessler no daba ningún resultado, ó el amoníaco albuminoideo figuraba en cantidades insignificantes. De lo cual se desprendía la afirmación hecha por estos dos competentísimos sabios, de reconocida autoridad en la materia, ante las eminencias reunidas en la Asamblea especial para ilustrar este punto: la de que estaban seguros que con veinticuatro horas bastaba para depurar 500 galones de agua sucia por vara cuadrada con resultado satisfactorio.

Se nos dispensará que no llevemos más lejos este estudio, para no hacer perder su carácter á esta Memoria cambiándola en un tratado didáctico, y de discusión científica. La mera afirmación del señor Olivera de que las cámaras son una simple prolongación de los colectores, y de que veinticuatro horas no realizan una operación depuradora, bien se puede considerar cumplidamente respondida con las anteriores afirmaciones aceptadas como exactas entre los médicos, ingenieros, arquitectos, higienistas... á quienes el Reino Unido de la Gran Bretaña tiene encomendado la obra transcendental del saneamiento de sus ciudades.

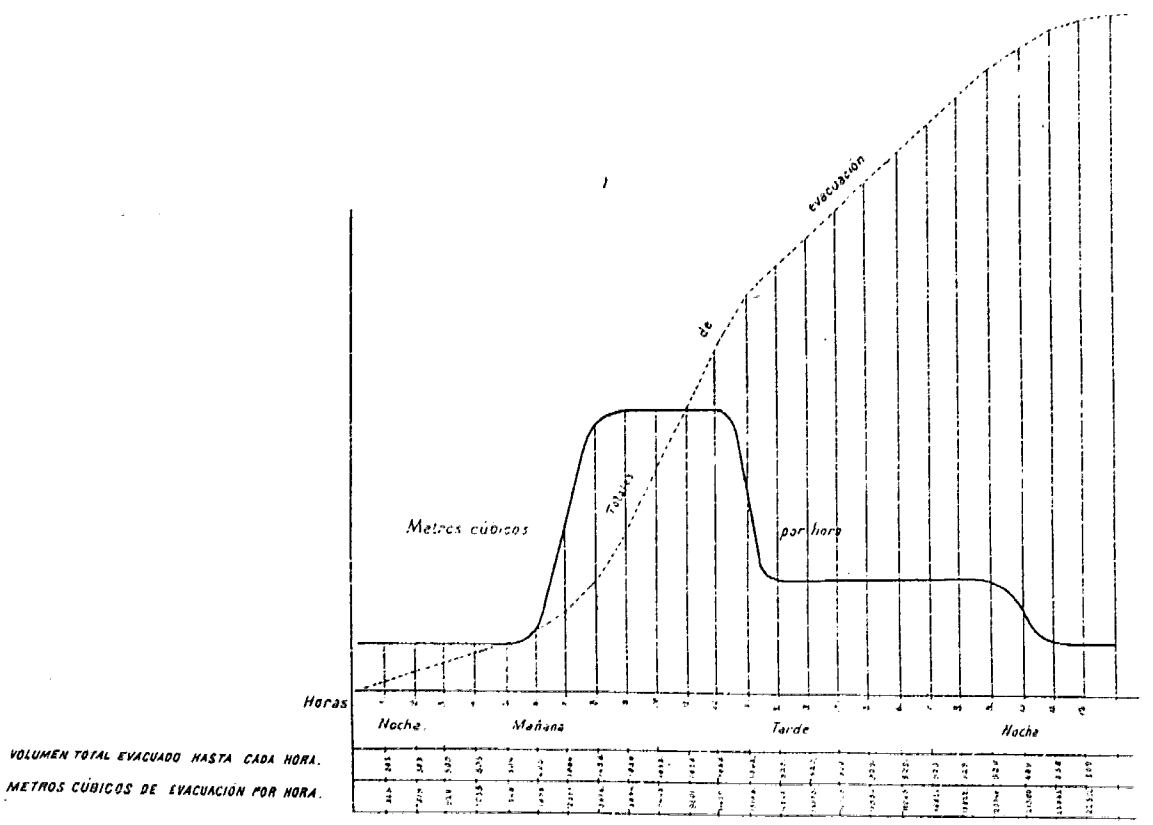
SEVILLA
PLANO GENERAL

División en secciones.-Zonas.-Subzonas.-Colectores.
Casa de máquinas.-Conducto de impulsión.-Cámaras.
Toda la red hasta ahora replanteada y en curso de ejecución con los diámetros de las tuberías.



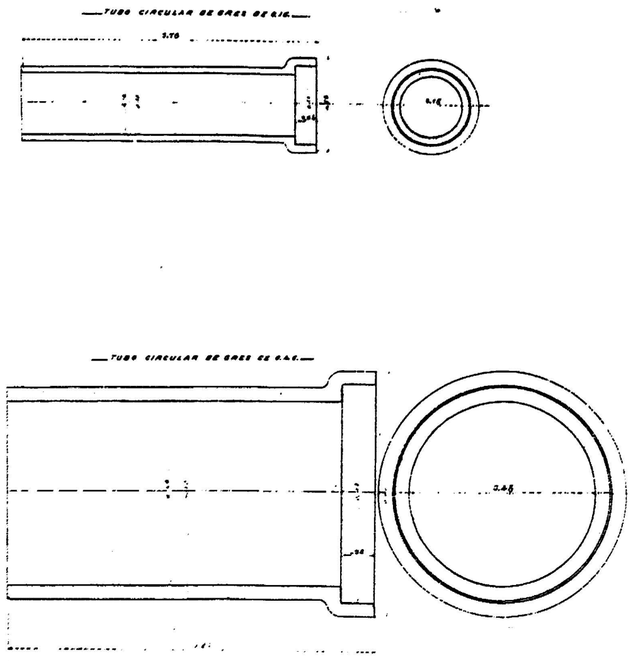
LEY DE AFLUENCIA DE LAS AGUAS SUCIAS.

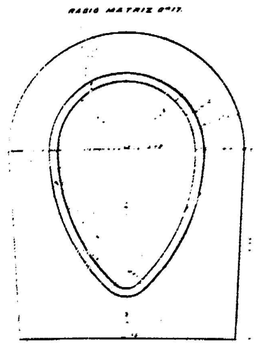
Lám.ª II.

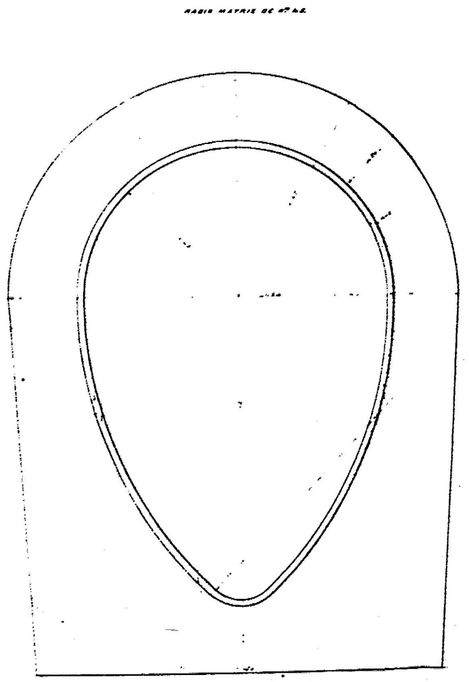


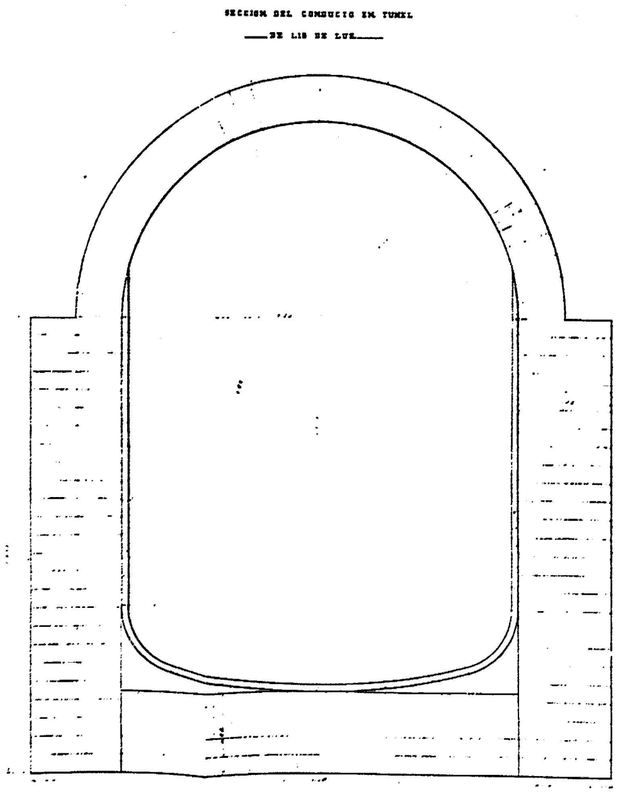
TIPOS DE SECCIONES DE DIFERENTES DIÁMETROS Y FORMAS

Lám.ª III.

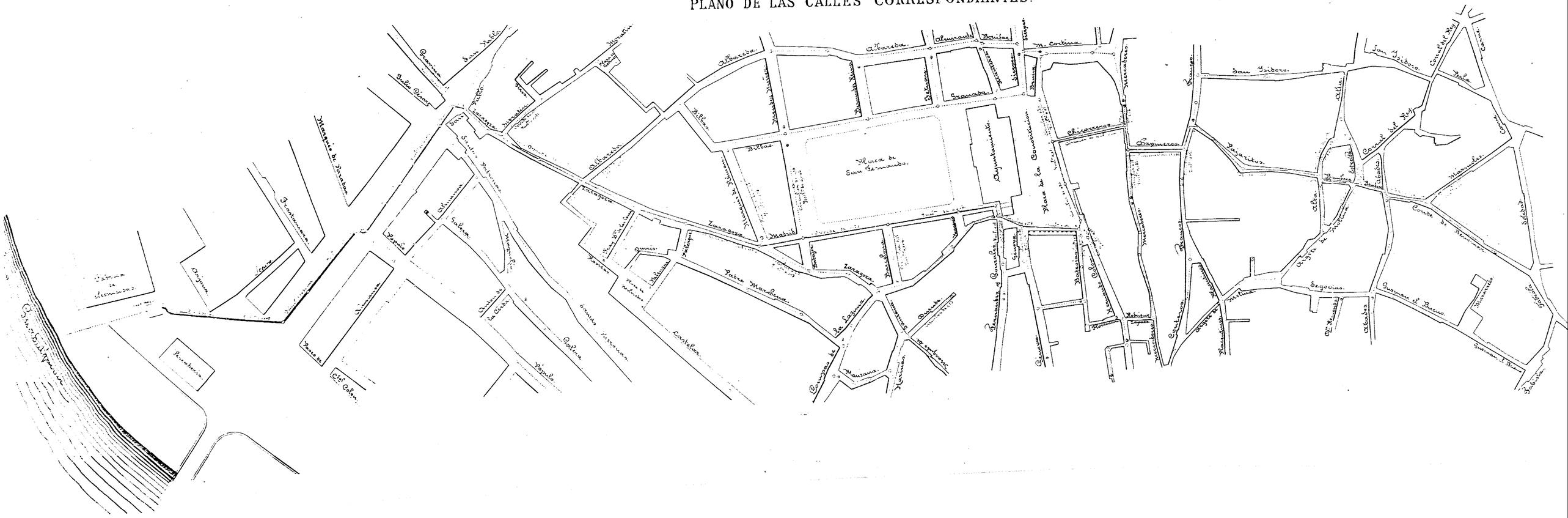




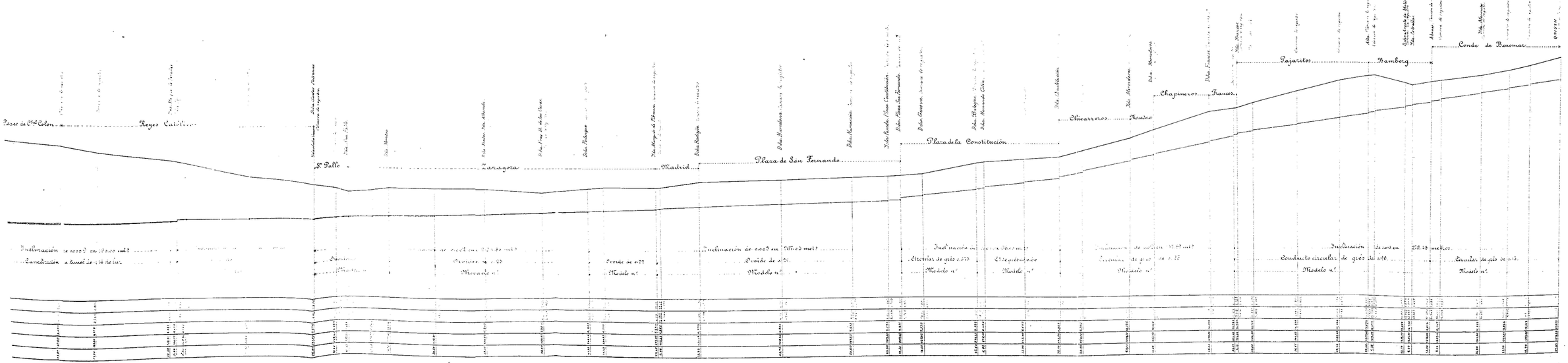




PLANO DE LAS CALLES CORRESPONDIENTES.

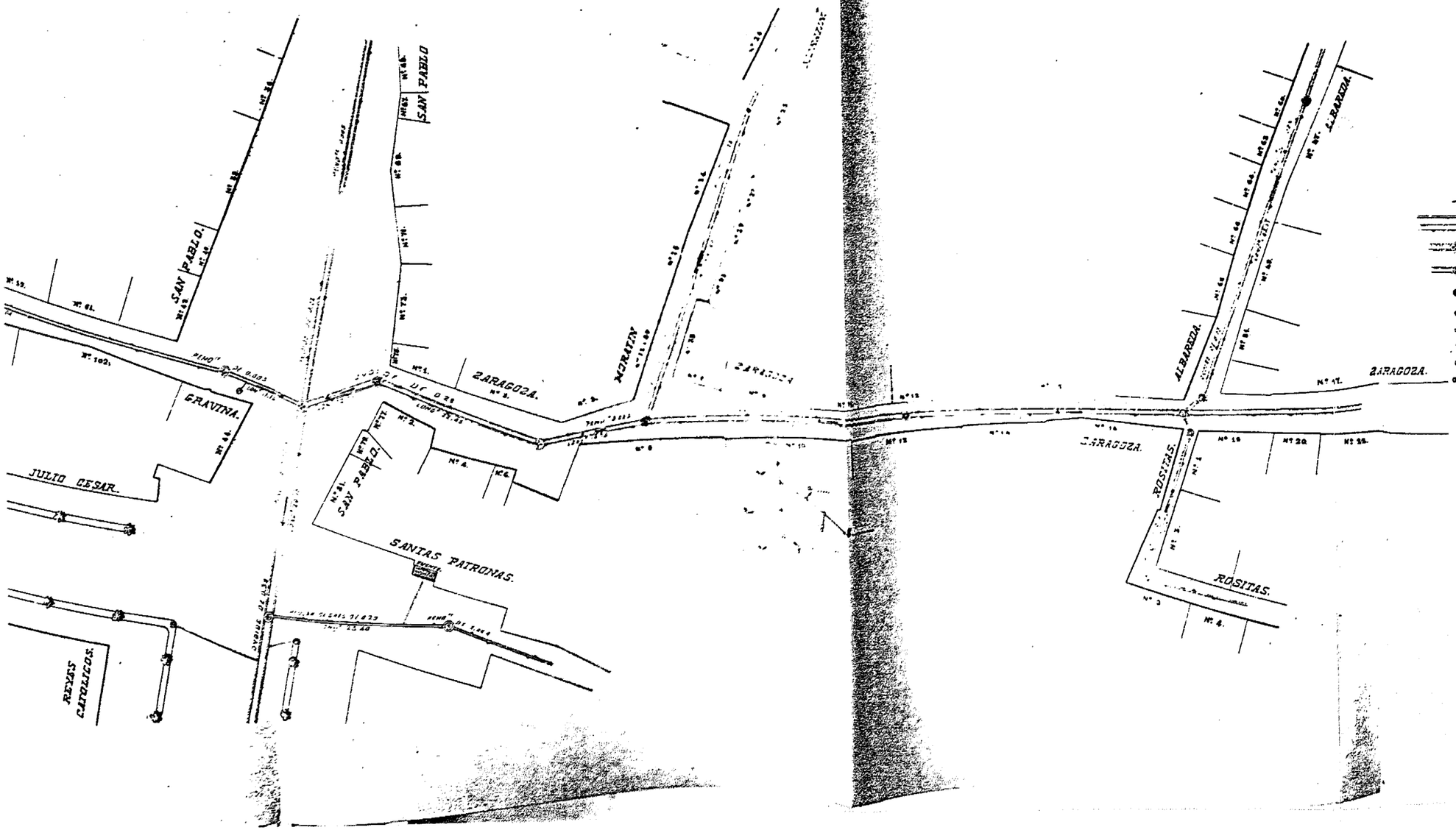


PERFIL DE UN RAMAL DE LA CANALIZACIÓN DESDE EL RIO HASTA LA DIVISORIA

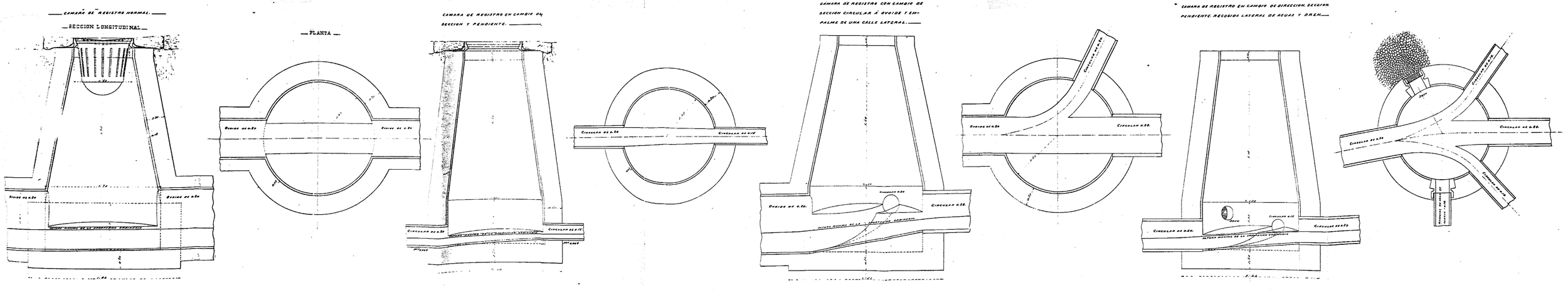


DETALLE DE LOS TRAZADOS EN PLANTA.

Lámª V. (1)

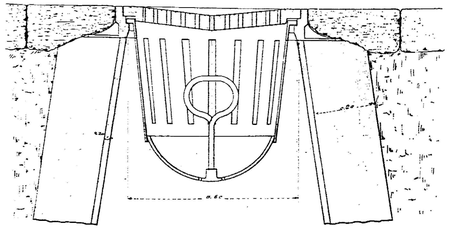


CÁMARAS DE REGISTRO. RENOVACIÓN DE AIRE.

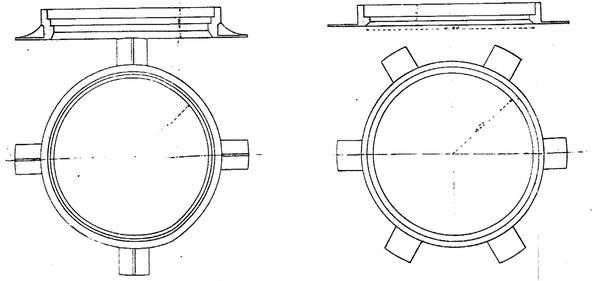


REJILLAS DE CIERRE PARA LAS CÁMARAS Y DEPÓSITOS.

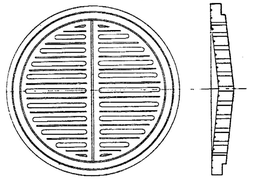
MODELO DE REGILLAS DE CIERRE DE LOS REGISTROS DE LA CANALIZACIÓN.



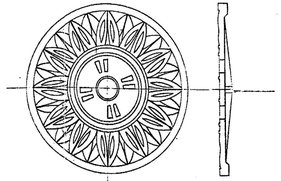
MARCOS PARA TAPAS.



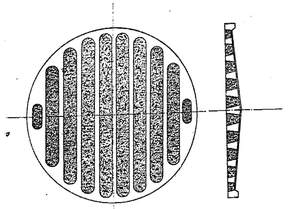
MODELO PARA CALLES ADOQUINADAS.



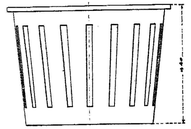
MODELO PARA CALLES BOMBEADAS.



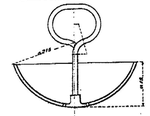
REGISTRO DE LAS CAMARAS DE LIMPIA AUTOMÁTICAS.



CANASTO.



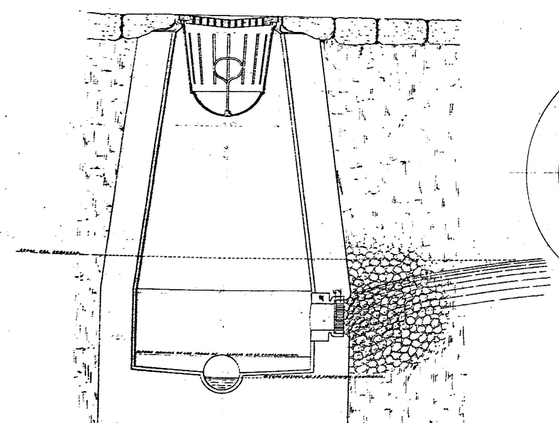
CUARDO-VARROS.



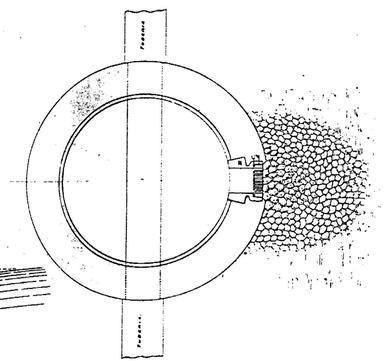
DRENAJE DE LLUVIAS.

DISPOSICION DE LOS DRENAJES

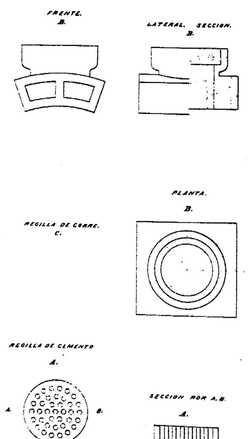
SECCION



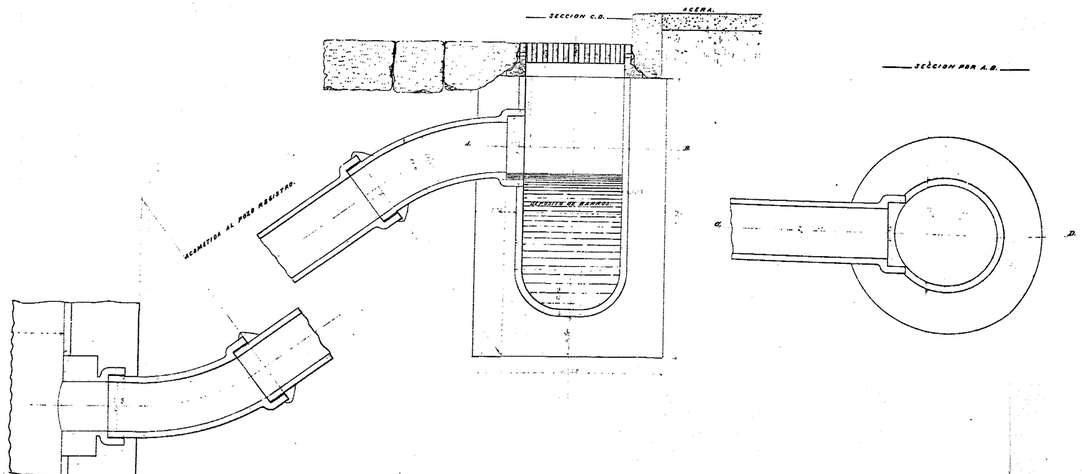
PLANTA

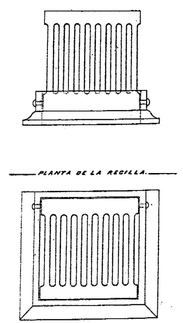


DETALLES DEL DREN

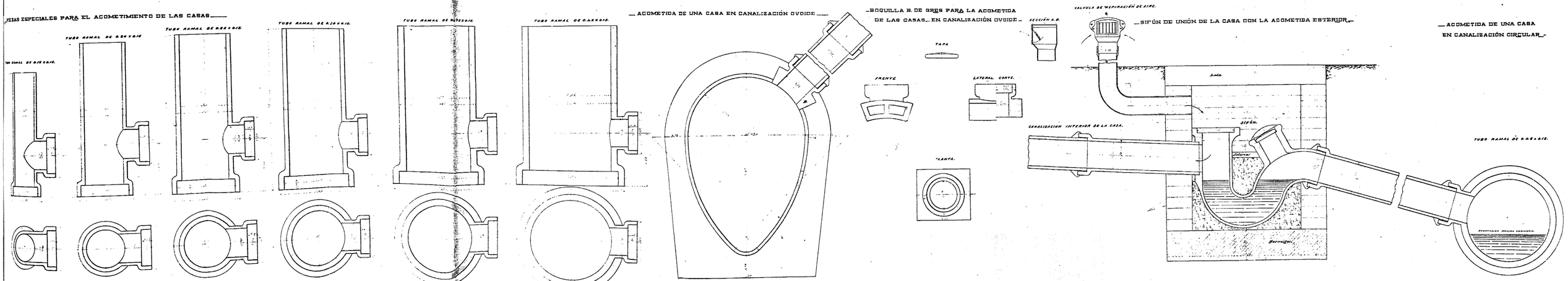


POZO PARA RECOGIDA DE AGUA DE LLUVIA





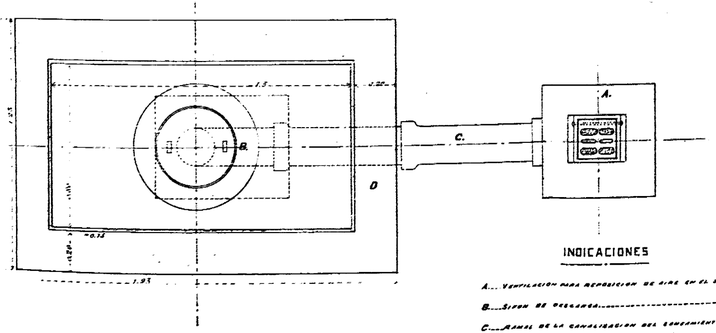
PIEZAS ESPECIALES DE LA CANALIZACIÓN PARA INJERTO DE LOS ACOMETIMIENTOS DE LAS CASAS — ACOMETIDAS. — ENLACE DE LA ACOMETIDA CON EL INTERIOR DE LA CASA.



CÁMARAS DEPÓSITOS DE DESCARGA PARA LIMPIEZAS.= SIFONES.

CAMARA DE LIMPIA

PLANTA



INDICACIONES

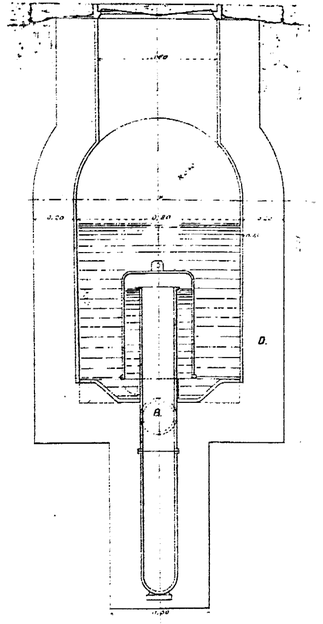
A... Ventilación para reposición de aire en el sifon.

B... Sifon de descarga.

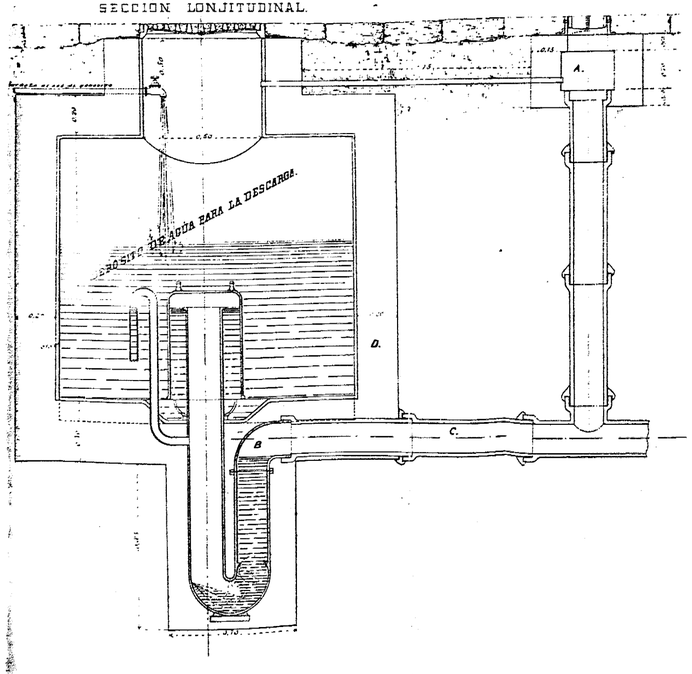
C... Ramal de la canalización del saneamiento.

D... Fábrica de hormigon hidráulico.

SECCIÓN TRANSVERSAL.

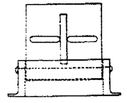


SECCIÓN LONJITUDINAL.



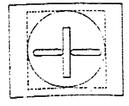
DETALLES DE LA REGILLA RESPIRADERO.

ALZADO DE LA REGILLA ABIERTA.

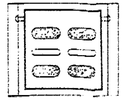


PLANTAS

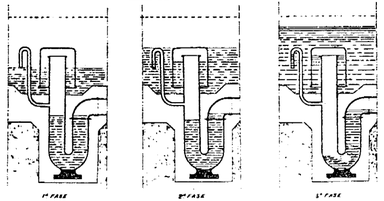
CARA INFERIOR.



CARA SUPERIOR.



CROKIS DE UN SIFON AUTOMATICO MOSTRANDO LAS DIFERENTES FASES DE LA CARGA



1ª FASE

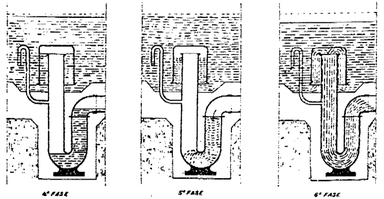
Situacion normal de la regilla.

2ª FASE

Empieza á elevarse el agua el depósito mostrando la cabeza del sifon.

3ª FASE

Continúa la carga. Comienza á formarse el vacuo de aire.



4ª FASE

La depresion de aire sube y desaparece, producto una parte de la columna fuera del sifon.

5ª FASE

El nivel del agua del cambio se baja. El equilibrio se rompe el sifon va á cebarse.

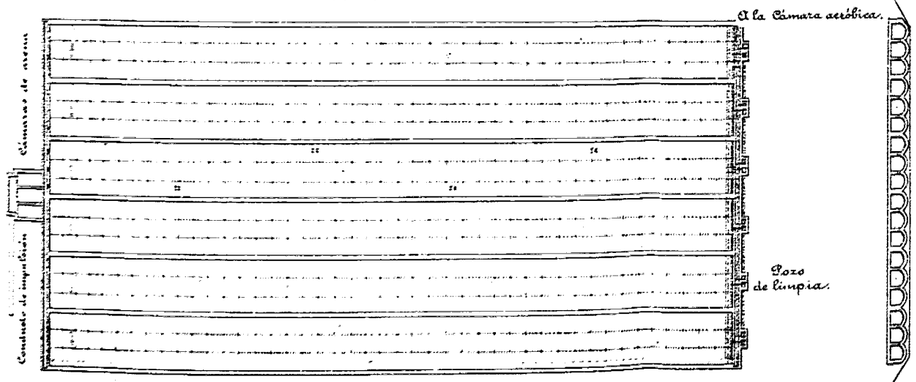
6ª FASE

El sifon cebado la mayor se vacia. El aire entra por B, termina la descarga y se esta dispuesto la 1ª fase.

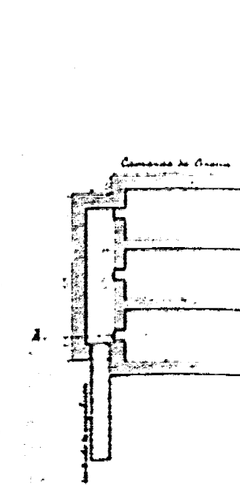
Cámaras anaeróbicas.

Sección longitudinal.

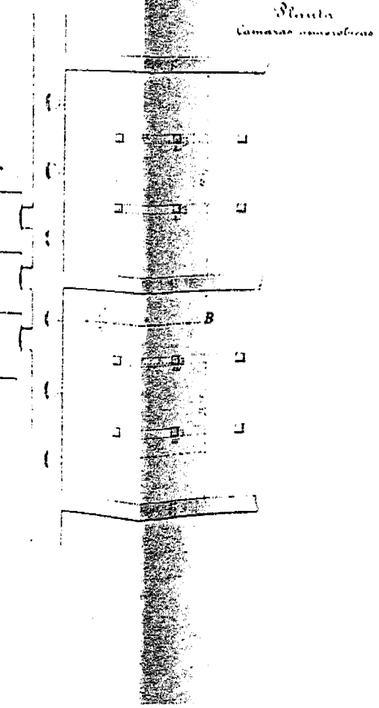
Planta.



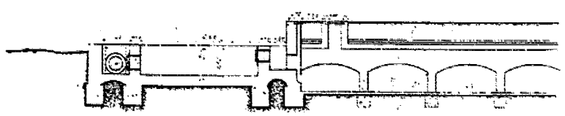
Sección transversal.



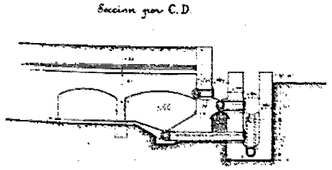
Planta
Cámaras anaeróbicas



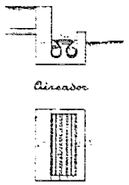
Sección por AB.



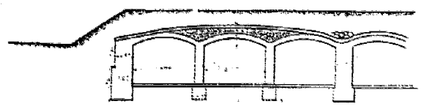
Sección por C.D.

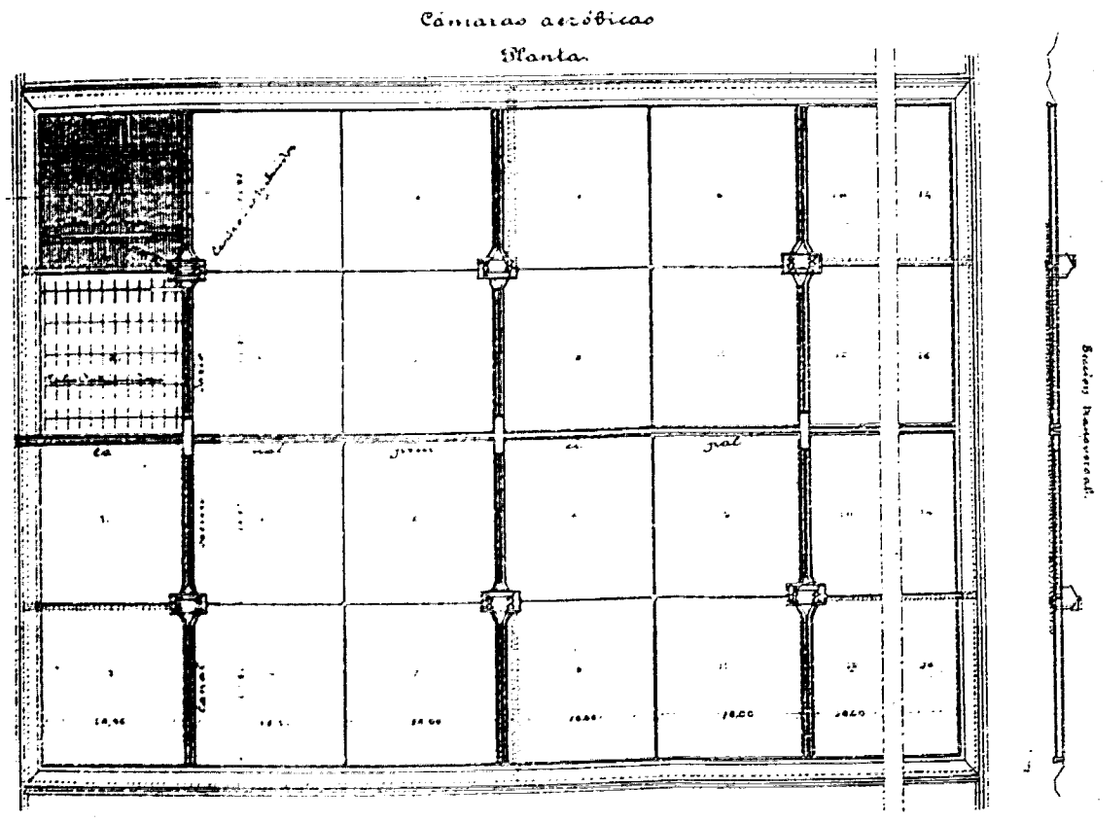


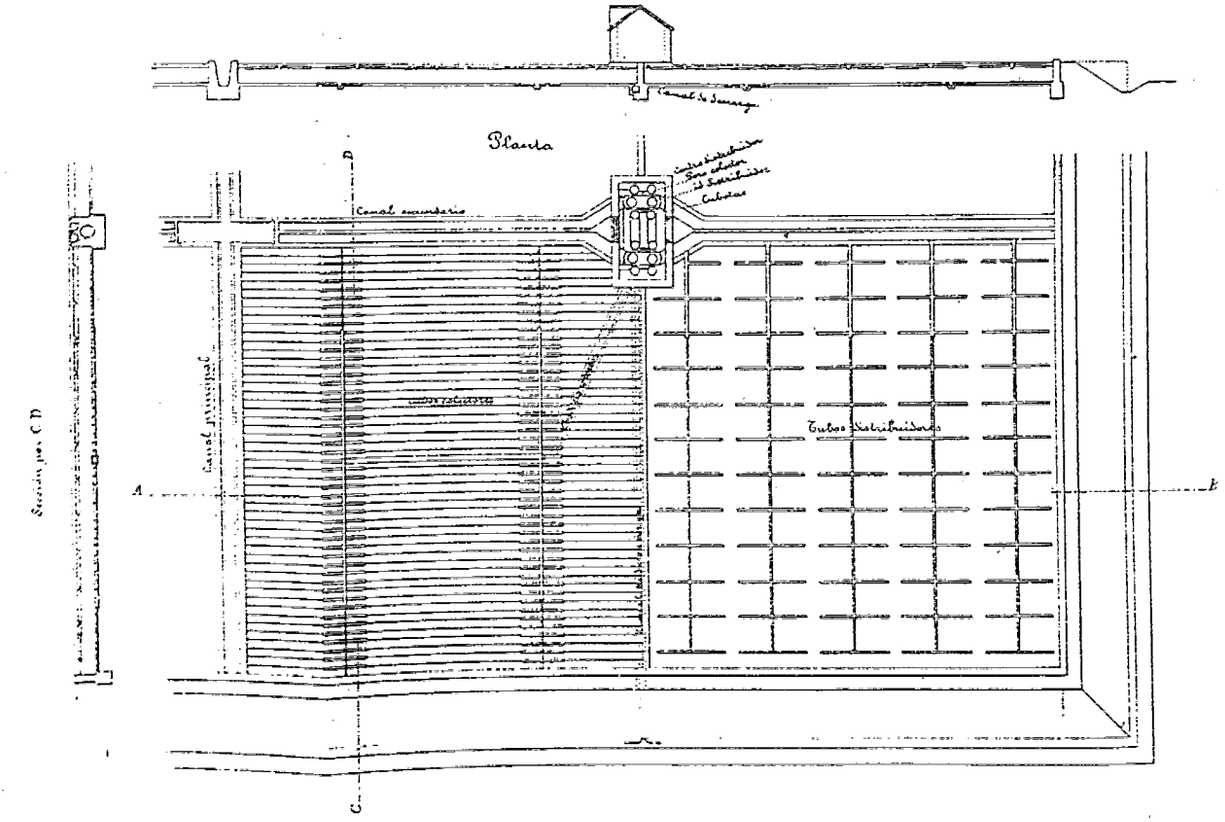
Aireador



Sección transversal

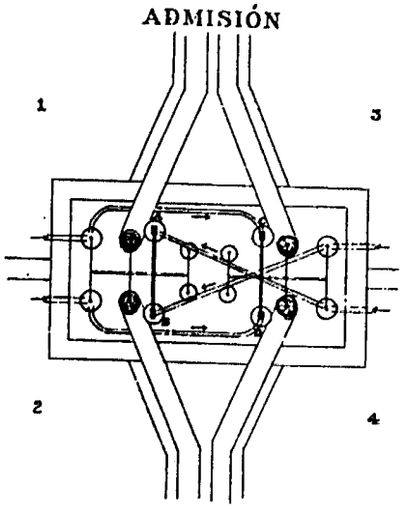


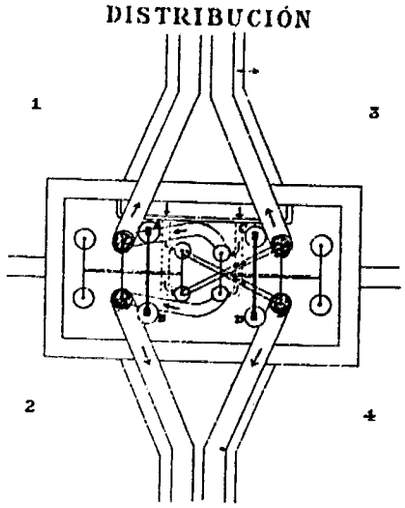

Cámaras aeróbicas
Planta

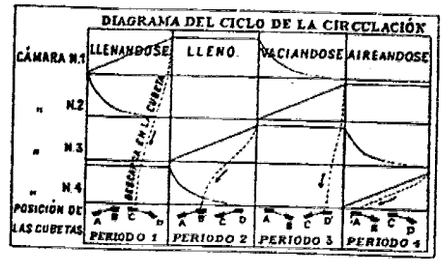

Cámaras aeróbicas
Sección por AB
Planta
Canal secundario
Canal principal
Tubos distribuidores
A
B
C

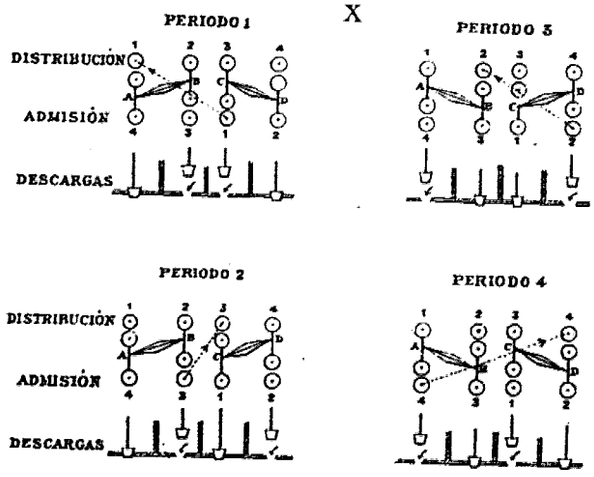
DEPURACIÓN BIOLÓGICA DE LAS AGUAS SUCIAS

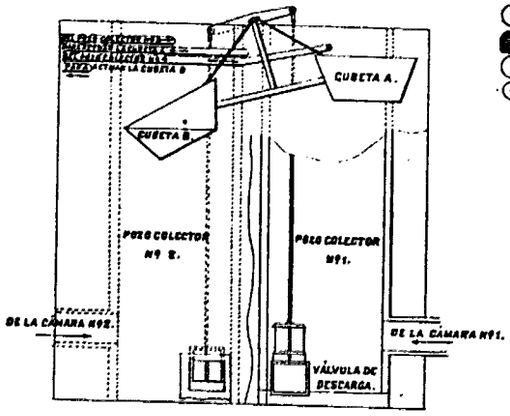
Lám.ª XI.







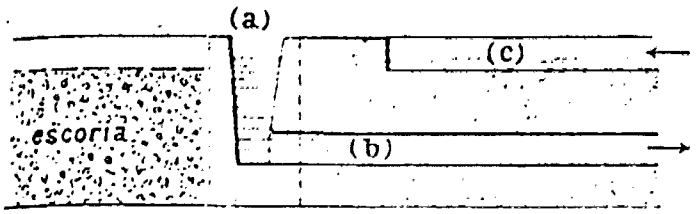




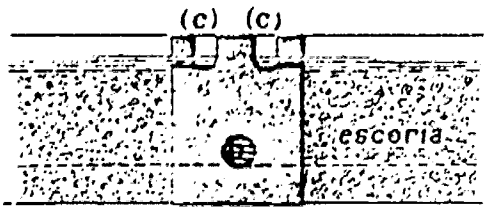
Pozos colectores.
" distribuidores.
" de las cubetas.
" de admisión.

LINEAS GENERALES DE LA CIRCULACIÓN EN LAS CÁMARAS AERÓBICAS

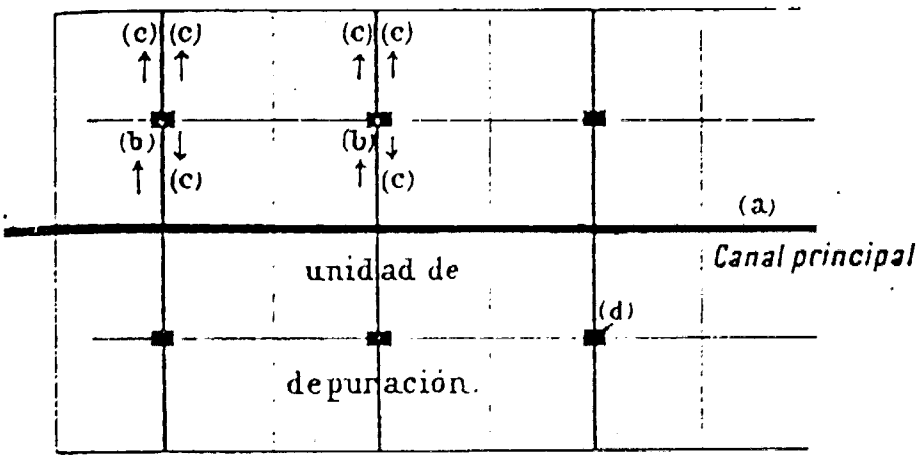
Canal principal.



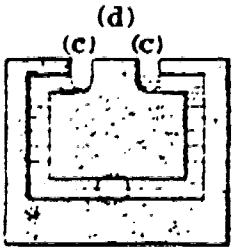
Canales secundarios.



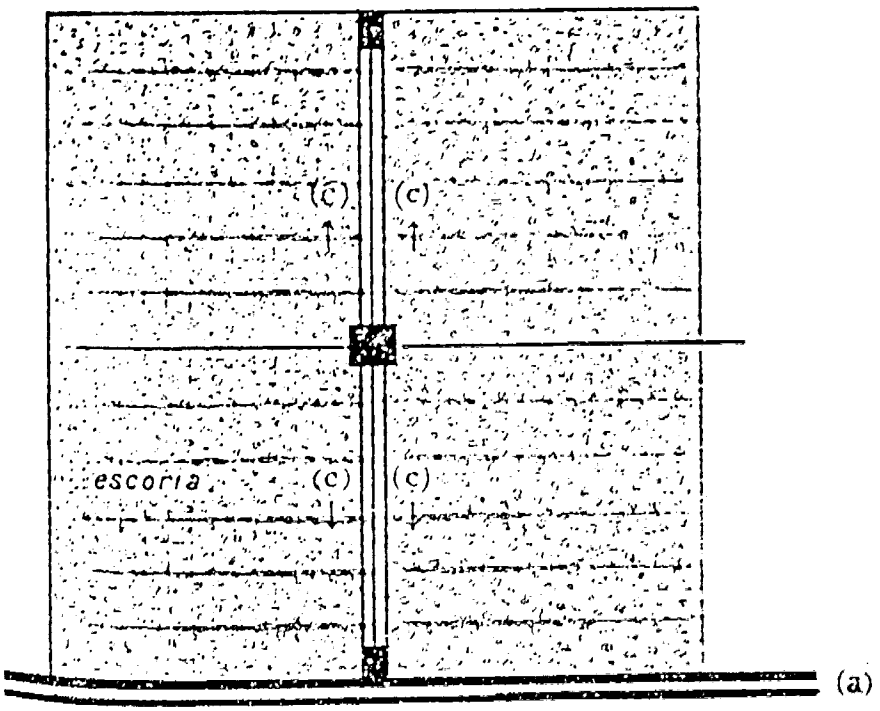
Conjunto de la circulación.



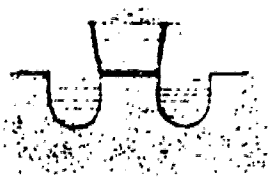
Centro de distribución.



Distribución sobre la escoria.

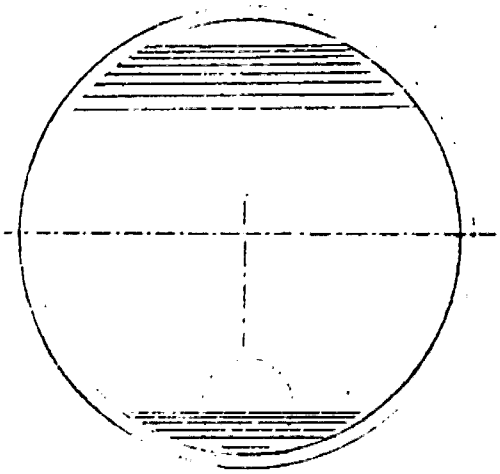


Conducción entre las cámaras anaeróbicas y aeróbicas

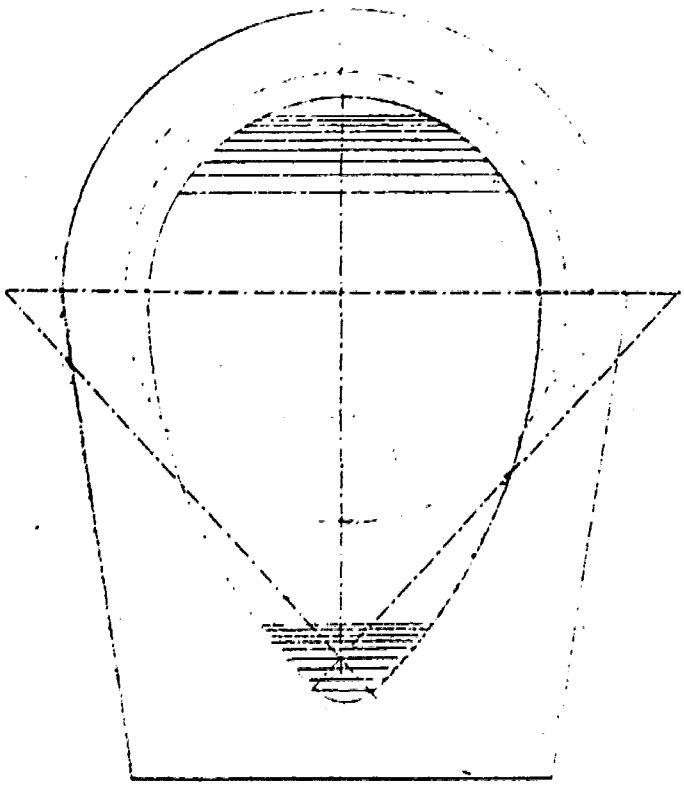


Sección circular correspondiente á la aportación ordinaria, 0,456 litros por segundo y hectarea.

Sección circular correspondiente á la aportación extraordinaria, 21 litros por segundo y hectarea.



Seccion de avoide adoptada para satisfacer la necesidad de la aportación ordinaria y extraordinaria.



Proyecto de alcantarillado general de Málaga. 1880.

José María de Sancha Valverde.

Honorarios de redacción del Proyecto.

Extracto de la Memoria del Proyecto.

Honorarios para la redacción del Proyecto de Ensanche y Alcantarillado

En contestación a la comunicación que se ha servido V.S. dirigirme en 8 del corriente para que determine los presupuestos de los proyectos que ese Excmo. Ayuntamiento me tiene confiados remito adjuntos los presupuestos de detalle que son como sigue:

Proyecto de Ensanche

Trabajos de campo. Duración tres meses.

Sueldo de un Ingeniero a razón de 1.000 pesetas mensuales	3.000
Id. de dos Ayudantes a razón de 500	3.000
Jornales de tres cuadrillas de peones con su capataz a 10 pesetas diarias por cuadrilla	1.200
Instrumentos de campo y medios auxiliares	2.500
Suma	9.700

Trabajos de Gabinete. Duración cuatro meses

Sueldo de un Ingeniero	4.000
Id. de dos Ayudantes	4.000
Id. de dos Delineantes a 250	1.000
Id. de un escribiente a 125	500
Papel, útiles de delineación, impresiones, etc	1.500
Suma	11.000

Resumen

Trabajos de campo	9.700
Id. de gabinete	11.000
Total	20.700

Proyecto de Alcantarillado

Trabajo de campo. Un mes de duración

Los mismos que en el caso anterior	3.233
Trabajos de gabinete.	
Como en el caso anterior en duración y costo	11.000
Total	14.233

Es por lo tanto el presupuesto exacto del total de ambos proyectos de 34.933 pesetas o en números redondos de las expresadas treinta y cinco mil pesetas según mi oficio de 4 del actual.

Lo que tengo el honor de comunicar a V.S. al fin de que se sirva prestar la aprobación definitiva con el objeto de proceder sin pérdida de tiempo a la ejecución de los trabajos que deberán estar terminados dentro del expresado plazo total de un año.

Dios guarde a V.S. muchos años.
Málaga, 10 de marzo de 1880.
El Ingeniero de Caminos
José Mª de Sancha

Extracto de la memoria del Proyecto de alcantarillado general de Málaga

Estado actual

En Málaga es de la más imperiosa necesidad la construcción de una red de alcantarillado bien dispuesta, no sólo por las razones que en general abogan por el establecimiento de obras semejantes sino por las especiales de su suelo húmedo, compuesto de rellenos sucesivos que en sitios como los barrios de la derecha del Guadalmedina suponen una altura de tres metros desde la época de la reconquista, bajo, poco pendiente en general y de difíciles desagües por la disposición de las calles y la poca altura sobre el mar.

En grandes zonas de Málaga se encuentra agua a un metro poco más o menos de su superficie y a veces tan abundante que es imposible de agotar para las obras de cimentación.

La calle de Pozos Dulces debe su nombre al gran número de pozos de agua potable y abundante, siendo ésta tan somera que en algunos rebosa en la estación de las lluvias.

En los alrededores de la plaza de la Constitución se anegan los sótanos, no habiendo sido posible utilizar algunos de los recientemente construidos por convertirse en verdaderos estanques.

En los barrios de la margen derecha del Guadalmedina se inundan la mayor parte de las calles cuando llueve y hay boca de alcantarilla por donde el agua brota a torrentes en época de lluvias, arrastrando como es consiguiente los depósitos que en ella se contenían; y en fin, no hay calle donde al abrir una zanja medianamente profunda no se encuentren tierras negras y hediondas, infectas con los escapes de los pozos sucios de las alcantarillas y de las tuberías de gas y las antiguas de agua.

No ha sido posible formar un plano del alcantarillado actual por no existir de él dato alguno si no es de las obras hechas más recientemente; y hasta tal punto se ignora lo que hay que no es raro encontrar al hacer trabajos en las calles alcantarillas desconocidas, como por ejemplo sucedió al colocar los tubos de (las aguas de) Torremolinos en la de Molina Lario. En otras partes hay alcantarillas sin comunicación con las demás, ya terminando en un pozo como en la callejuela del Pozo de la Nieve, ya sirviendo ellas mismas de depósito por falta de comunicación o por estar por completo obstruidas.

Sobre su mal estado, en cambio, no cabe la menor duda, pues recientemente con motivo de la construcción de nuevos ramales o de la apertura de zanjas para las tuberías del agua se ha podido comprobar el extremo de inutilidad a que están reducidas la mayoría.

La arteria principal recorre lo que fue foso de las murallas en la parte alta de la ciudad antigua. Su sección es de tres metros de ancho por uno y medio o dos de alto. Está formada por una bóveda de medio punto de ladrillo, sobre estribos de mampostería y sin solera ni zampeado alguno en la mayoría del trayecto, teniendo sólo en algunos sitios su empedrado.

Arrancaba de la entrada de la calle de la Victoria siguien-

do por Álamos, Torrijos, Puerta Nueva, Pasillo de Atocha y Alameda de los Tristes.

La sección es irregular y la pendiente mucho más, teniendo por consecuencia capacidades muy diversas que varían desde 11.19 metros cúbicos por 1" hasta 41.25, suponiéndola a boca llena.

El fondo, lleno de depósitos en los sitios de menor pendiente se encuentra socavado en otros hasta el punto de estar colgados los estribos, y sin embargo hay sobre ella gran número de casas que son las que forman la acera izquierda de las calles de Álamos y Torrijos.

Recientemente se han construido dos registros en las plazas de la Victoria y de San Pedro Alcántara, no existiendo antes sino otros dos en las fachadas de dos casas inmediatas al Pasillo de Puerta Nueva para un trayecto de 1.800 metros próximamente. Así es que las limpias tenían que hacerse rompiendo la bóveda sobre el cruce con las calles transversales y aún así era tan fatigosa y expuesta la operación que en el año último pasado en que se practicó parcialmente esta operación tuvieron que retirarse operarios con calenturas malignas e intermitentes de las que casi diariamente había un atacado en una sola cuadrilla.

Esta alcantarilla se prolongó en el año de 1873 por toda la calle de la Victoria hasta la plaza del mismo nombre, también sin zampeado, y hoy está por algunos sitios casi aterrada dejando apenas medio metro de altura libre.

Sin embargo de tan deplorables condiciones ésta es la mejor y la más importante alcantarilla de Málaga.

Las demás sin excepción pueden considerarse como inútiles, estando en absoluto la mayoría de las pocas que existen en el Perchel.

Las de las calles del Carmen, Cuarteles y otras paralelas están completamente cegadas.

La del Pasillo de Santo Domingo, donde debían desaguar aquellas, ruinosa y obstruida en gran parte.

Esta arranca a flor de tierra en la desembocadura de la calle de los Mármoles y termina frente a la de San Andrés, siendo tal el hedor que por sus dos bocas se desprende que en la primera hay necesidad de cubrirla con compuertas de madera y la vecindad de la otra no puede soportarse.

En otras calles sirven de alcantarillas las cunetas del empedrado, en condiciones tales que al penetrar en ellas se hace imposible de creer que sean habitables por el hedor y el aspecto repulsivo de los líquidos al descubierto y corrompidos.

Las pocas alcantarillas de aquella zona están en pésimo estado, sin desagüe y hasta en contrapendiente, habiendo algunas, como en la calle Mármoles, por cuyas bocas brotan las aguas interiores en tiempo de lluvias.

No es mucho mejor la situación de las del centro de Málaga, si bien en ellas suelen hacerse limpias parciales y tenerse las bocas tapadas para evitar los malos olores.

Esto no obstante, en ocasión de hacerse un ramal de alcantarilla en la calle de las Carnicerías, hubo que desaguar provisionalmente por la de la calle Nueva y no pudiendo aquella dar paso a los líquidos, brotaban estos por una de las bocas para ir a penetrar al fin de la calle por otra.

Poco más o menos puede asegurarse que están todas las alcantarillas de Málaga; ruinosas y casi obstruidas, circunstancia que ha podido observarse en cuantas se ha tenido ocasión de reconocer, careciendo de desagüe muchas, de pendiente regular la mayoría y de solera o zampeado casi todas.

Así los líquidos se filtran a través del suelo viniendo a impregnarlo de sustancias deletéreas, las partes sólidas se depositan y la aplicación a su destino se hace imposible, siendo por el contrario depósito de sustancias corrompidas que no pueden menos de ser en alto grado perjudiciales a la higiene pública.

A todo esto hay que agregar la falta de registros para las limpias, por lo que sólo pueden hacerse rompiendo las bóvedas, con lo que resultan difíciles y costosas y empeoran cada vez más las malas condiciones de construcción de las obras.

Así pues la falta de desagües y la permeabilidad de las obras, haciendo que los líquidos se difundan por el suelo, de donde resultan corrompidas las aguas subterráneas, que en muchos pozos son no sólo impotables e inútiles para el lavado sino hediondas, y el estado ruinoso de las obras, hacen que el alcantarillado actual lejos de prestar los servicios que debiera, se reduce al de cloacas en las peores condiciones, siendo germen de infección constante para el suelo y para la atmósfera.

Necesidad de prescindir de las actuales obras en un nuevo estudio

Adolecen de un defecto original en su trazado, pues las calles de Málaga, al menos las más anchas y largas, recorren las curvas de nivel próximamente, y sobre este inconveniente grave para un buen trazado, las alcantarillas han ido haciéndose en épocas distintas sin sujetarse a plan ninguno, por lo que ni sus secciones están armonizadas, habiendo escalones y contrapendientes y secciones mayores desaguando en alcantarillas más pequeñas, no siendo posible tomar como base para un estudio ordenado absolutamente nada de lo hecho hasta hoy.

Esto no obstante, si por feliz casualidad resultase aprovechable algún ramal de los antiguos cuando con las obras nuevas se llegue hasta él, podrá al menos por el pronto economizarse la construcción en tal sitio; pero no debe perderse de vista que careciendo de impermeabilidad, condición indispensable, todas las alcantarillas antiguas están llamadas a desaparecer si se quiere llegar a una red general de buenas condiciones.

Al estudiar esta cuestión no hay por lo tanto que preocuparse para nada de lo existente y antes al contrario es necesario prescindir en cierto modo hasta de las calles actuales y proceder a la apertura de las que sean necesarias para facilitar los desagües.

Bajo este punto de vista se ha considerado este proyecto, y en virtud de ello ha habido que proceder como tratándose de cosa enteramente nueva.

En virtud de todos los antecedentes expuestos resulta que la necesidad imperiosa, en todas las poblaciones de alguna importancia, de tener un buen alcantarillado lo es en Málaga mucho más por sus especiales condiciones climatológicas y topográficas y que los requisitos que debe llenar para ser una obra de utilidad son los que exige el principio de la circulación continua.

Esto no obstante, el proyecto actual se limitará al establecimiento del alcantarillado propiamente dicho, dejando el de aprovechamiento de las aguas sucias aparte, puesto que éste por sí solo supone trabajos tan importantes o superiores como el primero.

Descripción del proyecto

Disposición de las obras

Abarcando como objeto del saneamiento que se pretende

llevar a cabo no sólo el recinto de la población actual, sino la zona de su ensanche, determinada por el proyecto de Paseo de Ronda, ha sido necesario empezar por estudiar la topografía del terreno y dividirla en varias cuencas principales, cada una de las cuales exige un saneamiento independiente o sea un desagüe especial por medio de un ramal de alcantarilla.

En el plano número 1 que acompaña a esta Memoria se han trazado las líneas divisorias de estas cuencas aunque sin dibujar las curvas de nivel por hacerle más sencillo.

En el plano general de la red de alcantarillas pueden verse con más detalle los mismos trazados, refiriéndose sin embargo lo que sigue al de la Memoria.

Forma la primera cuenca la parte actual de población que desagua al arroyo del Cuarto y la zona de ensanche situada al Oeste del mismo, por más que en ella habrán de establecerse nuevas divisiones, cuando se estudie el ensanche.

Inmediatamente después se encuentra la cuenca de Guadalmedina, que es la más importante si bien reducida a la extensión de 232 hectáreas, en que queda limitada por la desviación en proyecto. Esta cuenca se une por su parte alta con la de la calle de la Victoria, hoy importante también por recibir las aguas de los arroyos de Olletas, del Calvario y de Barcenillas.

Esta quedará notablemente reducida si al construirse el Paseo de Ronda se lleva a cabo la desviación proyectada del arroyo del Calvario y la del de Olletas hacia el cauce nuevo del Guadalmedina, por detrás del Camposanto.

Entre estas dos cuencas queda otra más reducida en extensión aunque de gran interés por abarcar todo el centro de la población actual.

Esta, mal definida por su topografía y sin medios de desagüe en las condiciones de sus calles ha sido dividida en dos: una de la calle nueva en proyecto y otra la de la calle de Molina Lario.

Se han designado por estos nombres, en relación a las calles cuyo proyecto tuve el honor de proponer al Excmo. Ayuntamiento en 15 de mayo de 1878 y hoy en vías de ejecución.

A más de estas cuencas que comprenden toda la población actual aparece en el plano la de la Malagueta; pero esta última queda fuera del cuadro de este proyecto y debe constituir una pequeña red especial e independiente que habrá de estudiarse después que el ensanche de la misma zona en que hoy propiamente no hay población sino en muy pequeña parte de la misma y está construida sin plan ni reglas fijas.

Los desagües de las primeras cuencas, no pudiendo hacerse al mar por razón del proyecto del nuevo puerto, exigen la construcción de un colector en que reunidas las aguas de todas ellas se encuentren éstas encaminadas a un punto convenientemente elegido en que el desagüe se verifique.

Con los datos manifestados y a la vista del plano, se comprende sin el menor trabajo la necesidad de abrir ciertas vías en las que puedan establecerse las alcantarillas principales de desagüe de cada cuenca y los ramales de la misma, así como el colector general.

En este muy principalmente y en las alcantarillas que han de dar desagüe a las zonas más importantes se han levantado los perfiles longitudinales que acompañan al proyecto para fijar las rasantes de la solera de las mismas y las de las calles que pueden exigir alguna modificación.

En las demás, ya porque el terreno ofrece pendientes naturales más sensibles, ya porque siendo alcantarillas pequeñas pueden fácilmente colocarse con la pendiente apetecible sin arreglarse a las pendientes exteriores y sin tener por ello sin embargo que tocar a las rasantes de los empedrados, no se ha hecho ese trabajo, que resultaría inútil.

Apertura de nuevas calles

En el actual proyecto se han supuesto abiertas las vías proyectadas que son: 1º La prolongación de la calle de la Victoria por la de Alcazabilla; 2º La prolongación de la de Molina Lario hasta la plaza de Capuchinos; 3º La apertura de una calle desde la plaza de la Constitución a la Alameda y su prolongación por las de Granada, Santa Lucía, Andrés Pérez y Molinillo del Aceite, y 4º, la apertura de una calle en prolongación de la fachada de la Iglesia de San Pedro.

De todas estas están aprobadas y en vías de hecho las tres primeras que son sin duda las más importantes y la 4ª habrá de formar parte del proyecto de Ensanche. Sin ellas no sólo se carece de pendientes convenientemente dispuestas en las calles actuales, sino lo que es tan grave o más, las calles que podrían llevar alcantarillas de primer orden son tan tortuosas y estrechas que harían la construcción casi imposible.

Como quiera que es cosa resuelta ya la apertura de estas calles, sería ocioso detenerse en demostrar su necesidad y es evidente que al contar con ellas, el plan de alcantarillado ha tenido que estudiarse como si estuvieran ejecutadas.

Desviación del Guadalmedina

En un caso análogo se encuentra el cauce del Guadalmedina, destinado a vía pública en virtud del proyecto de desviación del río. El alcantarillado se ha estudiado también en la hipótesis de estar esta obra hecha. Ha sido preciso esto tanto más cuanto que el cauce actual es uno de los *talwegs* llamados al establecimiento de uno de los principales ramales del alcantarillado.

Obras del Puerto

La construcción del puerto también deja terrenos importantes al saneamiento y modifica por completo las condiciones de los desagües actuales que se encuentran dentro de los nuevos muelles proyectados, donde no ha de ser posible que queden las desembocaduras del alcantarillado. En cambio de este obstáculo a los desagües darán estas obras la posibilidad de establecer en buenas condiciones el colector general que recogiendo las aguas de todo el alcantarillado las conduzca al punto de su desagüe al mar, por ahora, y más adelante a la casa de máquinas desde donde se eleven por medio de tuberías a los riegos en que hayan de emplearse.

Sistema general

Admitidos estos precedentes, el estudio se ha hecho principalmente por buscar el punto más adecuado al desagüe común de todas las alcantarillas reunidas.

Este punto se ha fijado en la desembocadura del arroyo del Cuarto porque más lejos de la población hubiera sido muy difícil conducirlas a falta de altura sobre el nivel del mar para dar al colector pendiente bastante y capacidad para ser fácilmente recorrido y vigilado.

Más cerca hubiese resultado en barrios que han de estar más poblados cada día y demasiado cerca del puerto, y allí también se encuentra la ventaja de que por el mismo arroyo habrá facilidad de establecer con el tiempo las bombas y las tuberías que eleven las aguas alejándolas de la ciudad para su empleo en riegos.

Adoptado este punto por ser, si no completamente adecuado, al menos el que suma menor número de inconvenientes, se ha procedido al trazado del colector ciñéndose a la línea de muelles proyectada hasta donde la permite la necesidad de buscar pendientes, así es que desde el actual muelle nuevo se acerca mucho más a la desembocadura de los ramales de primer orden, dejando a su izquierda dos calles de las proyectadas para los terrenos a ganar con las obras del puerto. Estas calles no obstante tienen su alcantarillado que vierte por el costado izquierdo del colector.

En éste desembocan las alcantarillas de primer orden que son tres:

La primera, del arroyo del Cuarto, y cuya importancia es debida a las necesidades futuras del Ensanche, cuyo centro atraviesa el *talweg* de aquel arroyo, desagüe principal de la cuenca del mismo nombre, por más que no habrá de ser el único. Por hoy quede reducida esta alcantarilla al trayecto hasta la calle de Cuarteles, en una longitud de 230 metros.

La segunda es la de Guadalmedina, cuya longitud es de 1940 metros, llegando al cruce con el Paseo de Ronda, límite del Ensanche.

Las cuencas de la calle Nueva y la de Molina Lario, no teniendo gran extensión ni pudiendo recoger más aguas que las propias, no han sido dotadas de alcantarillas de primer orden.

La tercera y última de las de primer orden es la de la calle de la Victoria. Este ramal del alcantarillado debe su importancia a las aguas de lluvia que penetran en la ciudad de los arroyos de Olletas, El Calvario y Barcenillas, con las que se inunda la parte alta de la ciudad.

Sin duda sería lo más oportuno evitar su entrada en la ciudad; pero como esto reclama obras de importancia que no podrán probablemente realizarse en plazo conveniente, ha sido necesario contar con el estado de cosas actual, pues sería injustificable al hacer un alcantarillado nuevo que resultase insuficiente para las lluvias en un barrio cualquiera de la ciudad, por más que éstas vengan del exterior.

El único inconveniente de su admisión en las alcantarillas, que resulta aún dando a éstas la capacidad suficiente, es que en épocas de inundación los arroyos mencionados arrastran gran cantidad de grava y aun piedras gruesas y cuerpos arrebatados por la corriente como troncos, raíces, etc, y la admisión en las alcantarillas de tales cuerpos sería ocasionar graves daños. El no admitirlos, sea cerrando las bocas tragantes con rejas o de otro modo, hace que las aguas corran por las calles con grandísimas molestias y aún peligros al vecindario, dejando además en ellas depósitos grandísimos de lodo, arena, etc.

Esto sucede en la actualidad y sucederá siempre si no se adopta algún procedimiento especial para evitarlo, porque las rejillas de los tragantes se obstruyen bien pronto y las alcantarillas mismas son insuficientes desde que cuerpos extraños como los mencionados pueden entorpecer y hasta detener la marcha de las aguas.

El único medio, como antes se ha dicho, sería desviar esos arroyos evitando su entrada en la ciudad; pero esto no es fácil al menos por ahora, pues si bien el del Calvario y otro que procede del Camino Nuevo podrían llevarse al arroyo de la Caleta, el de Barcenillas quedaría siempre y el de Olletas exigiría otra desviación hacia el Guadalmedina.

Cualquiera que sea la solución que algún día se adopte para impedir la entrada de estas aguas en Málaga por hoy se verifica con grandísimos inconvenientes para la población y para el alcantarillado. Bastaría citar la inundación de diciembre de 1875 cuyas desastrosas consecuencias hoy son de todos conocidas para comprender la necesidad que existe de tomar alguna medida radical.

En el proyecto actual se ha tenido en cuenta la necesidad de admitir aquellas aguas en el alcantarillado; pero a la vez dada la inconveniencia de que no penetren lo más limpias posible, ha sido necesario idear un medio de purgarlas de sus arrastres, desechando desde luego la idea de rejas o filtros vista su ineficacia por experiencia en repetidas inundaciones.

El medio que ha de servir para proporcionar tal resultado no es otro que el depósito reposador de la plaza de la Victoria, cuya descripción detallada se dará en el lugar oportuno.

La segunda categoría de las alcantarillas o sea las de segundo orden, muchas más en número pues llegan al de 33 con un desarrollo de 9.340 metros, desagüan unas veces en las de primer orden y otras directamente al colector.

Se ha fijado este tipo para todos los ramales que ya por su longitud, ya por la superficie cuyos desagües recogen, ya en fin por la importancia de los edificios de las calles que ocupan, requieren capacidad mayor y facilidad en su vigilancia y conservación.

Por último, el resto da la población se ha distribuido entre las de 3º y 4º orden, por más que sólo se proyectan por hoy las primeras, suficientes ya al servicio completo, dejando a las de 4º todos los espacios de calle en que hoy no se proyecta alcantarilla alguna, que son extremos de ramales o trozos intermedios entre dos o más ya proyectados.

No será necesario por regla general construir ramal alguno de 4º orden sino en casos muy singulares.

La inspección del plano basta para comprender que serán muy pocos aquellos en que no pueda encontrarse solución con sólo las tres primeras categorías proyectadas.

En todas las alcantarillas se ha procurado que el acceso sea fácil y sobre todo en las de 1º y 2º orden, no sólo por las exigencias de la vigilancia y conservación, sino porque es de presumir que construido el alcantarillado se utilice para la colocación de tuberías de agua y otros servicios, hoy generalmente admitidos en las canalizaciones subterráneas en otros países.

El número, disposición y longitud de todas las alcantarillas puede estudiarse en el plano general y en los estados del apéndice de esta Memoria, de los que resulta que:

–El colector tiene la longitud de	1.460 metros
–Las alcantarillas de 1º orden de	3.814 "
–Las de 2º	9.340 "
–Las de 3º	22.224 "
Siendo el total de	36.838 "

En el caso de que las obras del puerto y la apertura de las nuevas calles no estuviesen ejecutadas oportunamente, el sistema habrá de sufrir alguna modificación, cuyo pormenor se indica en el cuadro nº 10 del Apéndice...

Para facilitar los servicios de reparaciones y vigilancia así como los que puedan establecerse dentro de las alcantarillas se han emplazado bocas de registro, en distancias siempre menores de 200 metros, aún en las alcantarillas de primer orden y no mayores de 100 en las demás, teniendo en cuenta para el caso de arrastres de materiales en obras de limpia, conservación, etc. la mayor dificultad en las pequeñas secciones y la conveniencia de permitir en ellas puntos de reposo a los obreros...

Tal es en resumen el conjunto del proyecto actual, que comprende 36.918 metros de galerías, incluidos los de descarga, 1.440 bocas absorbentes, 2 grandes tragantes en las calles de la Amargura y Barcenillas, 246 registros y el depósito reposador.

Capacidad de las alcantarillas

Queda por estudiar antes de entrar en el detalle de las obras la importancia de sus respectivos servicios para poder fijar sus dimensiones y capacidad.

Aceptado en principio el sistema inglés como base teórica pero reconociendo que en punto a condiciones de obras es preferible el francés, en el que se admite la necesidad de que la presencia del hombre sea posible en todas las alcantarillas, se han fijado dimensiones que la permitan, si bien con el desahogo estrictamente necesario, por no elevar considerablemente el presupuesto de las obras.

En el Colector hubiera sido de desear una capacidad mayor que la que se le ha fijado; pero son muy estrechos los límites entre los que ha podido obrarse por razón de la proximidad al mar y de su trazado paralelo a la orilla que obliga a contar como baja aún de tan escasa altura, con la pendiente necesaria.

Esta falta de capacidad, solo sensible en el caso de lluvias torrenciales, se ha salvado por medio de bocas de descarga frente a las principales alcantarillas dispuestas de modo que en cada caso de inundaciones tengan salida directa al mar las aguas de lluvia que entonces no pueda ser nocivas y en todos los demás, vayan las aguas sucias y aún las de lluvias ordinarias a buscar el desagüe del arroyo del Cuarto.

Para el cálculo de la capacidad en el servicio ordinario, a más de haberlo hecho empleando las fórmulas de gasto usuales, por la especialidad de las condiciones del agua de alcantarillado, se ha apreciado éste también por comparación con el dato de observación del alcantarillado de Londres, ya citado, de que la velocidad para una pendiente de 0,0002 es de 2/3 de metro por 1", y como a igualdad de condiciones las velocidades son proporcionales a la raíz cuadrada de las pendientes, se ha deducido la velocidad media y por tanto el gasto posible en el Colector y en las alcantarillas principales de cada una de las cuencas...

Para las aguas de lluvia la capacidad se ha deducido de la fórmula de Mr. Bazin que para el caso de paredes lisas y unidas es de

$$\frac{R\,I}{V^2} = 0{,}00015\left(1+\frac{0{,}03}{R}\right)$$

en la que V es la Velocidad media, R el Radio y I la pendiente por metro.

Las cantidades de lluvia que pueden afluir a cada una de estas alcantarillas se ha calculado por la extensión de la cuenca y el tanto por kilómetro cuadrado de lluvia que puede recogerse en un momento dado.

Las extensiones se han medido sobre el plano con error por exceso y la cantidad de lluvias en caso de inundación se ha fijado con los antecedentes que resultan del informe del Sr. Ingeniero Jefe de la Provincia acerca de las causas de la inundación de 17 de diciembre de 1875.

En este documento, único que se refiere al estudio de cuestión semejante en esta localidad, se reúne gran copia de datos y se llega a conclusiones que han servido de base al presente cálculo. Despréndese de este estudio que puede considerarse como un límite superior el volumen de 12,50 metros cúbicos por 1" el que puede afluir al alcantarillado por un kilómetro cuadrado de superficie edificada y 7 el que puede en condiciones análogas resultar en terrenos labrados, antecedente necesario por razón de recibirse en alguna de las alcantarillas aguas procedentes del exterior de la población como queda dicho.

Estas cifras resultan comprobadas como excesivas por la observación en la inundación citada y responden a una lluvia que en dos horas arrojó la cuarta parte del total medio anual observado en Málaga, por donde se infiere su magnitud excepcional.

Como cantidad en lluvia ordinaria es seguro que el 0,20 de las mismas cifras debe ser un límite superior, pues corresponde a la vigésima parte de la media anual.

Careciendo de datos bastantes de observación para poder precisar estas apreciaciones, son de gran valor, aunque vagos en este punto, los publicados por el ilustrado médico Don Vicente Martínez Montes, de propias observaciones hechas durante nueve años casi consecutivos. Según ellos el número de días lluviosos dentro de ese período resulta de 29 al año y suponiendo en ellos distribuida la lluvia total, no alcanza por día como es consiguiente a la vigésima del año, lo cual confirma el anterior supuesto. En su virtud puede tomarse la cifra de 0,625 m3 como volumen que puede afluir a la alcantarilla de desagüe de una zona por kilómetro cuadrado de población y 0,35 el volumen que corresponde en condiciones semejantes por kilómetro cuadrado de tierras labradas...

Detalle de las obras

En la necesidad de dar al Colector la mayor capacidad posible, por reunirse en él todas las aguas, por su menor pendiente y por la mayor frecuentación que ha de exigir en su conservación y limpia, disponiendo a la vez de muy poca altura, después de estudiar varias secciones que resultaban costosas, pequeñas o de difícil acceso, se ha adoptado la que se representa en los planos.

El Colector está constituido por una doble galería, en cada una de las cuales existe un canal de 1,90 m de ancho en la boca por 1,50 en el fondo y 0,60 de profundidad en los costados. El fondo está formado por dos planos inclinados desde los costados al centro con una flecha en éste de 0,10 m.

Esta forma en la solera, adoptada en los demás canales, facilita el curso de las aguas conservando una velocidad en pequeño volumen y evitando por lo tanto los depósitos. El canal está redondeado en sus aristas y revestido de un buen enlucido de mortero de cemento.

Las galerías tienen 2,30 de anchura cada una y 1,60 de altura hasta los arranques de las bóvedas, que son escarzanas.

El muro o pila que divide ambas galerías está abierto por lo menos de 10 en 10 metros por medio de puertas de 0,90 de ancho y de la misma altura de las galerías. Dichas puertas no bajarán de la banqueta, resultando así los dos canales independientes. De ellos solo está destinado al uso ordinario el de la derecha, donde desaguan las alcantarillas todas de la ciudad, y los de la izquierda en la zona del puerto lo habrán de hacer por medio de canalizos de hierro o madera, teniendo su asiento más alto que las banquetas.

Solo en el caso de lluvias y cuando un canal resulte insuficiente, desbordará éste en el de la izquierda por las puertas de comunicación, y entonces ambos a la par y aún la galería toda podrán dar paso a las aguas.

Además, y en la previsión de lluvias torrenciales o de causas cualesquiera que hicieran insuficiente el desagüe del Colector, éste comunica con los muros de los muelles en proyecto por alcantarillas de descarga situadas en la dirección en que empalman con el Colector la de primer orden de la calle de la Victoria y la de Guadalmedina.

Estas alcantarillas de descarga sin cuneta, más altas que las banquetas del colector y con pendiente hacia él, sólo podrán verter aguas en el mar cuando por efecto de una lluvia extraordinaria o por una obstrucción fortuita del Colector éste fuese insuficiente, pero nunca en el servicio ordinario.

El Colector tiene dos banquetas en cada galería, una de 0,50 m suficiente para el paso de un hombre, y la otra de 0,10, cuyo objeto es prestarse con la otra a la colocación de raíles en las aristas por los que puedan llevarse wagones de compuertas para las limpias del canal, si éstas no pueden hacerse más sencillamente.

La obra toda se supone construida sobre un cimiento corrido de hormigón hidráulico de 0,40 m de espesor, que sirve de zampeado a los canales.

Las banquetas van revestidas en sus caras por ladrillo con mortero hidráulico y sardinel en la arista. El muro central es de ladrillo de 0,50 de espesor y el resto de la obra, excepto la bóveda, de mampostería.

El colector recorre una longitud de 1460 metros y desagua por el arroyo del Cuarto al mar. En el desagüe ha sido necesario proyectar una obra de alguna importancia.

Consiste ésta en un zampeado sobre emparrillado y pilotaje delante de la boca del Colector y un doble recinto de pilotes y tablestacas en todo el ancho del arroyo a fin de evitar socavaciones por la acción del mar.

La rasante del Colector arranca a 0,50 sobre el nivel del mar y su boca va acompañada de un muro que cierre todo el actual arroyo, fundado también sobre pilotes y tablestacas.

Esta obra es de gran interés y reclama especial cuidado en la construcción. El proyecto está estudiado suponiendo las peores condiciones que son de presumir en el subsuelo del arroyo, y es de creer que no sean necesarias todas las precauciones propuestas; pero como quiera que esta obra es única en su género dentro del proyecto y de gran importancia, no es inconveniente cierto lujo de precauciones. No hay para que insistir en que se ha supuesto hecha la desviación del Guadalmedina y por tanto recogido en el nuevo cauce el arroyo del Cuarto.

Alcantarillas de 1er Orden

Las alcantarillas de primer orden llevan un canal de 1,20 metros de ancho en la parte superior y 1,05 en el fondo con 0,80 de profundidad, con banquetas de 0,50 y 0,10.

Los estribos son de 1,00 de altura y la bóveda de medio punto. La disposición y clase de los materiales es análoga a la expresada en el Colector...

Obras especiales

Tragante de la Amargura

La entrada en la alcantarilla del arroyo del Calvario exige una boca especial, no siendo suficientes las dimensiones de los absorbentes ordinarios, ni conveniente su disposición. Esta tragante consiste en un pozo de 1,00 m de ancho y 5 de largo que cruza transversalmente la calle a la salida de la población, cerrada con una reja y unida al extremo de la alcantarilla correspondiente. La sección es adecuada para un volumen más que suficiente y disponiendo de este exceso para el caso de que las substancias o cuerpos extraños arrastrados por el agua pudieran disminuir la sección.

Tragante de Barcenillas

En el Paseo de Barcenillas otra tragante presta análogo servicio; pero teniendo en cuenta que esta calle es de paso frecuente y sirve para el tránsito de carruajes aunque difícilmente se ha modificado la disposición colocando dos pozos en las dos cunetas en vez de uno solo, unidos ambos por una galería en cuyo centro empieza la alcantarilla correspondiente.

Depósito reposador

Estas bocas, pudiendo recibir las aguas de la inundación y sus arrastres, introducirían sus arenas y grava en el alcantarillado con graves inconvenientes para éste. El depósito reposador de la Plaza de la Victoria tiene por objeto evitarlo. Dicho depósito no debe recibir las aguas sucias de la corriente ordinaria del alcantarillado para evitar la formación de focos de infección. Esta separación no debe hacerse ni por medio de filtros ni por artificios mecánicos que de ser automáticos podrían inutilizarse o no funcionar bien en el momento crítico de servir, ni por medio de la acción del hombre, pues podría faltar la vigilancia en un momento de necesidad y ser inútil la obra.

Estas condiciones, difíciles de conciliar, son sin embargo indispensables para el buen resultado de esta obra, y, en fin, debe ser el depósito capaz y de fácil acceso con el objeto de que al menos en una sola avenida no se llene y para que su limpia sea fácil.

Si todos estos requisitos se pueden obtener, el alcantarillado general no tendrá interrupciones ni en el servicio ordinario ni en el caso de avenidas. Se evitará la entrada en las alcantarillas de los arrastres de las aguas en los arroyos antes designados y a la par se conseguirá que no vayan a parar a las calles como hoy sucede con grave daño para el tránsito público y para la policía de las calles.

La obra que ha de llenar tan interesantes objetos se reduce a un depósito de planta rectangular de 60 metros de longitud por 6 de ancho y 4 de altura hasta los arranques de la bóveda en cañón que lo cubre.

Las aguas de alcantarilla ordinaria atraviesan el depósito por dos puentes acueductos a la altura de los arranques, sobre los que el cajero toma la forma en su sección de un trapecio muy abierto cuya base inferior es de 0,50 y la superior de 1,80 y la altura de 0,25.

En el servicio ordinario bastará esta sección para el paso de las aguas sucias de uno a otro lado y como si el depósito no existiera. En el caso de una gran lluvia las aguas desbordarán por la cuneta de los acueductos cayendo al depósito, de donde salen por una alcantarilla de descarga situada en la parte inferior que recibe las aguas del depósito por un pozo filtro cuya altura de 4,00 metros está constituida por un muro de 0,50 de espesor, de sillería perforada en pequeñas aberturas, suficientes para el paso del agua y de las sustancias más tenues en suspensión, pero no de las arenas y cuerpos más gruesos que quedarán en el depósito recogidos.

Si la lluvia produjese una fuerte avenida con grandes arrastres éstos empezarán por depositarse en el cajero de los acueductos por consecuencia de la disminución de velocidad ocasionada por la forma de la sección y la poca altura del

agua, dando lugar más pronto al desbordamiento y a la caída al fondo del depósito de las arenas y demás arrastres.

Un pozo de registro con bajada de escalera fija permite el acceso a las alcantarillas y al depósito y una boca de registro en la bóveda facilita la extracción de las sustancias depositadas.

En cuanto a la capacidad del depósito se ha calculado teniendo en cuenta los datos de la avenida de 1875. En ella resulta el volumen total de agua recogido en la calle de la Victoria de 25.000 m^3 durante las dos horas que duró la avenida y suponiendo en 1/20 del volumen de las aguas el de los arrastres resultará un total de 1.250. Este volumen, que excede al de los arrastres que resultaron depositados en las calles, es sin embargo menor que la cabida del depósito. Con estas obras se completa el conjunto de las que han de constituir el alcantarillado general de la población actual...

Presupuesto

Ninguna advertencia de importancia hay que hacer respecto a la manera en que se han hecho las cubicaciones, no teniendo éstas particularidad alguna.

Se ha supuesto que están emplazadas ya las calles nuevas en que el alcantarillado ha de plantearse y el relleno a que ha de dar ocasión la obra del puerto, sin el cual no sería posible establecer el Colector en la forma proyectada.

Los precios elementales y descompuestos se han fijado teniendo en cuenta los que se vienen aplicando en la localidad en obras análogas y los que se fijaron en el proyecto aprobado de desviación del Guadalmedina.

Aplicados estos precios a las unidades de obra calculadas arrojan un total de 3.540.531,22 pesetas como presupuesto de ejecución material y de 4.036.205,59 de contrata.

Estas cifras corresponden al costo de 35.378 metros de alcantarillado, 246 pozos de registro, 1440 bocas absorbentes y las obras accesorias como tragantes especiales, depósito reposador, etc.

Además se incluyen tres partidas por un total de 60.000 pesetas sin detallar que se destinan a las alteraciones de rasantes y empedrados que por consecuencia del establecimiento del alcantarillado haya que hacer en algunas calles, a la reposición y arreglo de las antiguas cañerías que deben cortarse con las obras y, en fin, a las demás dificultades imprevistas que en la apertura de zanjas puedan sobrevenir.

Es claro que tales obras deberán abonarse con arreglo a su importancia y a los precios o sistema que en el Pliego de Condiciones se determina, siendo la cifra de las expresadas 60.000 pesetas una simple partida alzada que es de suponer que cubra con holgura las atenciones a que se destinan.

Málaga, 31 de octubre de 1880
El Ingeniero de Caminos
José Mª de Sancha