

## **CALIDAD DE LAS AGUAS E INTUICIONES DE HIDROGEOLOGÍA EN EL LIBRO VIII DEL DE ARCHITECTURA DE VITRUVIO**

Marina SECHI NUVOLE\*

### **RESUMEN**

Razones precisas justifican el espacio concedido por Vitruvio al tema de la búsqueda sobre las aguas subterráneas: para empezar, la probable experiencia profesional junto a una notable cultura geográfica del autor. Su preparación en estas materias, debida no solo a la práctica profesional, sino también a conocimientos teóricos, se evidencia en muchos puntos del libro VIII, donde el autor subraya o reivindica opiniones e intervenciones personales relativas al argumento en examen.

Vitruvio en el libro VIII de su obra antepone una sección genuinamente técnica sobre la hidráulica diferenciando también los puntos en los que se articula su disertación según una secuencia lógica de argumentos. Nociones de geografía física se unen a conceptos de higiene y, en la parte relativa a la hidráulica en su propio sentido, se hace mención expresamente a saberes de hidrogeología. Vitruvio sabe bien que la búsqueda del agua es primaria «para los placeres y las necesidades de la vida de cada día» y que es necesario volver a buscarla sólo cuando ya no son suficientes las fuentes superficiales. La hidrogeología es una ciencia moderna; por los métodos y los instrumentos de empleo responde a un sistema de observaciones, asociaciones lógicas y problemáticas que la antigüedad ha conocido y a veces también expresamente formulado. Todavía, la constante y grave confusión entre suelos y rocas, confusión común a toda la literatura técnica de la antigüedad, constituye el límite principal de la sección hidrográfica del De architectura de Vitruvio.

### **ABSTRACT**

Vitruvio allows justified space to the waters particularly to the underground waters, probably due to his professional experience in this field together with his great geographical

---

\* Universidad de Sassari (Italia).

knowledge. This competence can be seen in various parts of book VIII where he expresses his personal opinions on the subject. In book VIII he presents a section in which he deals specifically with hydraulic showing both a good knowledge of physical geography and water hygiene. In the section in which he talks specifically of hydraulic he shows his knowledge of hydrogeology. Vitruvius is well aware that water research is necessary both for the pleasures and the necessities of everyday life, and it must be searched underground when the surface waters are not sufficient. Hydrogeology is a modern field of study yet well known even in the past. However, the constant confusion between soils and rocks, present in old books dealing with hydrogeology, is the main limit found also in Vitruvius's *de Architectura*.

Estas consideraciones no quieren apoyar la tesis de que la hidrogeología moderna encuentre anticipaciones en la obra de Vitruvio, sino que la estructura del *De architectura* vitruviano resulte simplemente un conjunto coherente de intuiciones y de observaciones, que la ciencia moderna asigna al ámbito de la hidrogeología y que parecen de considerable interés para la historia de las disciplinas geográficas.

A la luz del concepto moderno de arquitectura puede maravillar que el *De architectura* de Vitruvio desarrolle en el libro VIII argumentos de hidrología y de hidráulica (Callebat, 1973, pp. VII-X; Gros, 1997, p. 1101), en el libro IX de astronomía y de medición del tiempo y en el X de mecánica (Soubiran, 1969). Si se tiene en cuenta todavía que hoy algunas de estas temáticas se encuentran, por algunos aspectos, en el ámbito de los conocimientos profesionales y de los intereses científicos de un arquitecto, no puede sorprender la variegada articulación de la obra de Vitruvio, empeñado en muchos pasajes en el análisis y en la interpretación del territorio, cuanto más si se considera que los límites entre arquitectura y otras disciplinas, como la geografía, en la antigüedad eran seguramente mucho más lábiles de lo que son actualmente.

Razones precisas justifican el espacio concedido por Vitruvio al tema de la búsqueda sobre las aguas subterráneas: para empezar, la probable experiencia profesional junto a una notable cultura geográfica del autor; además la concepción enciclopédica de la tratadística científica de los Romanos; y para acabar, la estrecha interdependencia de funciones que en esta época se reconocía a las actividades del *architectus* y del técnico especializado en las obras de individuación y utilización de los recursos hídricos. Estas consideraciones son de fácil reperibilidad. Vitruvio desarrolló una actividad comparable al trabajo de los modernos arquitectos e ingenieros, siendo al mismo tiempo constructor de una basílica (V, 1, 6), superintendente a las máquinas bélicas (I, 2), y por otra parte, probablemente, colaborador de

Agrippa en la administración de las aguas y de los acueductos (Pellati, 1938, pp. 43-44; Ruffel - Soubiran, 1962, pp. 149-150). Su preparación en estas materias, debida no solo a la práctica profesional, sino también a conocimientos teóricos, se evidencia en muchos puntos del libro VIII, donde el autor subraya o reivindica opiniones e intervenciones personales relativas al argumento en examen (Vitr., VIII, 6, 4; Grimal, 1945, pp. 169-170; Callebat, 1973, p. 156). Varias investigaciones sobre la literatura científica latina han demostrado una estructura enciclopédica en la cultura científica de la época como en los manuales divulgativos en latín (Watzinger, 1909, p. 209; Stahl, 1974; Gros, 1982, pp. 659-695). El mismo Vitruvio, en la parte inicial de su tratado (I, 3, 1: *Partes ipsius architecturae sunt tres: aedificatio, gnomonice, machinatio*), distingue como secciones de la arquitectura algunas ramas científicas que en nuestra concepción moderna parecen estar completamente divididas, mientras que en la antigüedad estaban efectivamente unidas y se consideraban complementarias para obtener una preparación sintética y completa que hubiera tenido que cubrir la mayoría de los conocimientos humanos.

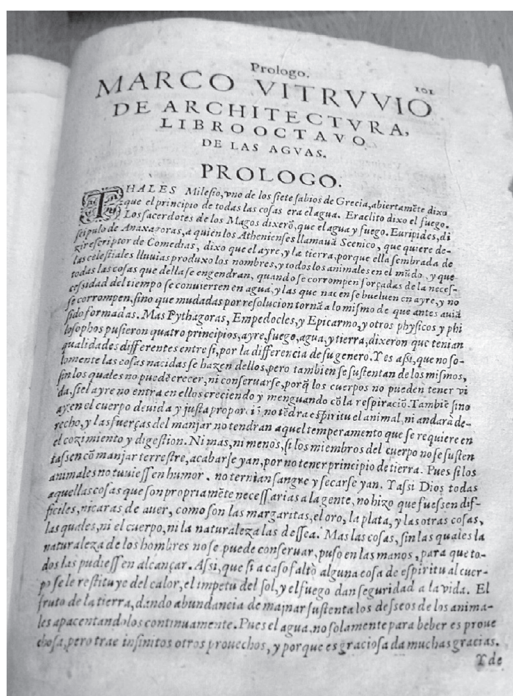
En lo concerniente la consideración relativa al enlace que corre entre la ciencia arquitectónica de la ingeniería e hidráulica, y sus relativas aplicaciones en el mundo antiguo, un amplio conjunto de fuentes literarias, epigráficas, arqueológicas y artísticas nos enseña las conexiones necesarias, y por gran parte obvias, entre la realización, por un lado, de obras de explotación, encañalamiento y distribución de las aguas y, por otro, las obras monumentales: los acueductos (Grewe, 1985; Sechi, 1989; Toelle-Kastenbein, 1993). Este enlace, está documentado también gracias a los *aquilex* o *aquilices*, un personal especializado, de antigua tradición, quizás de origen etrusca<sup>1</sup>, conocido en Roma ya en la edad republicana. Estas figuras eran especialistas en la localización de manantiales y capas acuíferas superficiales y profundas. Por ejemplo Plinio el joven, teniendo que pedir técnicos y personal especializado para construir el acueducto de Nicomedia, exige *vel aquiligem vel architectum* (Plin., *Epist.*, X, 37, 3), o sea «un ingeniero hidráulico y un arquitecto», figuras semejantes, pero no equivalentes porque el *architectus* romano era también experto en hidráulica y en ingeniería y conocía el proceder de las aguas superficiales y subterráneas.

Vitruvio en el libro VIII de su obra, dedicado a la hidrología, antepone una sección genuinamente técnica sobre la hidráulica, destacando, en esta ocasión, cómo este conjunto de conocimientos es oportuno en un tratado

---

<sup>1</sup> Cfr. Varro, *Men.* 444 Astbury (Non. p. 69, 16 = 97 Lindsay). Cfr. la definición de Serv. Dan., ad *Georg.*, I, 109 et *scrutatores vel receptores aquarum aquilices dicuntur*, la de E. Saglio (1896, p. 347) y la de M. Sechi (1989, pp. 232-233).

que concerne «los métodos de construcción de los edificios» (VIII, pr., 4). En su *Prefacción* él instituyó explícitamente la relación entre arquitectura, hidráulica e hidrología, diferenciando también los puntos en los que se articula su disertación según una secuencia lógica de argumentos: «después de la exposición de los métodos de construcción de los edificios en los primeros siete volúmenes, pienso hacer algo bueno hablando en este libro del agua. Voy a hablar de los metodos para descubrirla, de sus propiedades según los lugares donde se encuentra, de los medios para transportarla, enseñando también a probar su bondad antes de su utilización»<sup>2</sup>. Nociones de geografía física se unen a conceptos de higiene y, en la parte relativa a la hidráulica en su propio sentido, se hace mención expresamente a saberes de hidrogeología. Vitruvio sabe bien que la búsqueda del agua es primaria necesidad «para la vida humana» o, como él mismo escribe, «para los placeres y las necesidades de la vida de cada día» (VIII, 1, 1) y que es necesario volver a buscarla sólo cuando ya no son suficientes las fuentes superficiales (VIII, 1, 1). Para Vitruvio la búsqueda y la captación de las aguas son dos operaciones distintas con la utilización de una terminología técnica que nos señala las funciones específicas de los encargados a este servicio: «si el agua no emerge natu-



El prologo de libro VIII de las aguas  
(De architectura, Vitruvio,  
Venecia, 1567).

<sup>2</sup> Vitr., VIII, pr. 4: “necessitando servirse de aguas que corren copiosas al aire libre, antes de empezar a conducir las, es necesario observar como es el aspecto de los habitantes lugareños; si estos tendrán un físico robusto, tez bonita, piernas vigorosas, ojos sin legañas, el agua será muy buena”. Utilizamos, aportando algunas modificaciones, una traducción de G. Florian, 1978.

ralmente a la superficie es necesario buscar y captar las fuentes subterráneas» (VIII, 1, 1); la individuación y localización de los puntos de agua es una *inventio* (VIII, 4), o sea un descubrimiento del hombre, conseguido gracias a sus conocimientos empíricos y teóricos.

Es evidente que la ciencia no descuida de los resultados y de las adquisiciones derivadas por la experiencia directa, sino los ordena, los elabora en formulaciones y principios generales. Sobre la investigación, es decir la búsqueda de obreros hecha por los *aquilices*, «encargados de la localización y captura de las aguas» Vitruvio afirma: *aquél que se va a la búsqueda del agua tiene que poner muchísima atención en las diversas tipologías de terrenos, porque es en determinados terrenos que el agua nace* (VIII, 1, 1). La relación entre las calidades de las diversas tipologías de terrenos y la presencia del agua evidencia y anticipa el estricto enlace con la geología, característica de la moderna ciencia hidrología.

El libro VIII está dividido en cuatro secciones equivalentes a los cuatro temas declarados en la prótasis:

- a. Indicaciones generales (VIII 1, 1).
- b. Elementos de hidrología (VIII 1, 2).
- c. Índices deducidos de la flora y *mirabilia aquarum* (VIII 1, 3).
- d. Métodos empíricos para la individuación de los puntos de humedad; captura y procedimientos de conducción de las aguas (VIII 1, 4-6).



Observación del suelo (De architectura, Vitruvio, Venecia, 1567).

Aunque Vitruvio se refiera con puntualidad a las operaciones de individuación y captación de las aguas<sup>3</sup>, sus indicaciones generales (a), parecen marcadas más por la experiencia práctica que por la teoría científica, coincidiendo, por otra parte, con análogos o idénticos preceptos transmitidos por los escritores romanos de agricultura (Geop., II, 5, 11; Plin., *Nat. hist.*, XXXI, 44; Pallad., IX, 8): «quien busca el agua tiene que tumbarse en el suelo y prono, permanecer inmóvil, escrutar el horizonte para ver si desde el suelo suben vapores de humedad y horadar, si es necesario, donde estos parecen liberarse»<sup>4</sup>.

Además, «en algunas favorables condiciones» se pueden hacer algunos experimentos (d): enterrada una jofaina de cobre o plomo, una botija de arcilla no cocida o lana en rama. Si estos *intrumentos* estuvieran cubiertos o empapados de gotas de agua se podrá constatar la gradación de humedad y también se podrá, en aquel preciso punto, escavar un pozo (Vitr., VIII, 1, 4-5; Geop., II, 6, 42-45; Plin., *Nat. hist.*, XXXI, 46-47; Cassiod., III, 53). Estas y otras semejantes experiencias forman parte de un campo de prácticas muy comunes y difundidas en la antigüedad, mantenidas vivas gracias a los *hydroscopei* (Callebat, 1973, p. 58).

De la misma manera se conocen, por los textos antiguos, las informaciones que Vitruvio ilustra tanto por las especies vegetales que constituyen los índices (*signa*<sup>5</sup>) de los terrenos acuíferos (c) como por los muchos ejemplos de fuentes, algunas catalogables científicamente como las fuentes termales, y otras que son partes del repertorio de los *mirabilia aquarum*, “verdadero subgénero de la literatura de la paradoja” (Callebat, 1988; Gros, 1997, p. 1102).

---

<sup>3</sup> Vitr., VIII, 1, 6: “Cumplidos estos sondeos y encontrados los indicios antedichos, es necesario horadar un pozo en el mismo sitio, si encontrara un manantial de agua se escavarán muchos otros pozos y de hace todos se hará que las aguas se encañalen en un único punto mediante conductos subterráneos”.

<sup>4</sup> Vitr., VIII, 1, 1: “De esta manera si el mentón siguiera inmóvil ... determinará una altura de observación bien nivelada entre los límites establecidos de la zona observada. Se procede ahora a horadar en los puntos en los que son visibles los vapores que se envuelven y se liberan al aire; de hecho no puede ser que un indicio de este mismo género se pueda verificar en un lugar seco”.

<sup>5</sup> Vitruvio establece una relación entre la búsqueda de los puntos de agua y el análisis de las características del suelo a través de las formas de la flora y nos elenca seis plantas. Cfr. VIII, 1, 3: “para comprender si un terreno es rico en agua ... podemos basarnos en la presencia de algunas plantas características. Estas plantas son: el junco flexible, sutil, el sauce silvestre, el alisio, la sarga, las cañas, la hiedra y otras especies de los mismos tipos elencados que viven y se reproducen sólo en un suelo rico en humedad. Estas mismas plantas nacen también en terrenos bajos y pantanosos, que recogen el agua de las lluvias invernales, de los terrenos circunstantes colocados a mayor altura, y además tienen la característica de tratar mucho tiempo la humedad. De estos suelos hay que desconfiar, porque el agua tiene que ser buscada solo en los suelos que no son pantanosos, donde estas particulares plantas nacen espontáneas”. Cfr. también Geop., II, 6, 22-25; Pallad., IX, 8; Cassiod., III, 53 e Callebat, 1973, pp. 56-57. Según Oder (1899, p. 304) todos los autores han tenido a su disposición el mismo elenco de especies vegetales y cada uno ha elegido algunas y es por esta razón que no siempre las especies que encontramos coinciden en todos los estudiosos.

El punto (b) constituye la sección hidrológica del *De architectura* vitruviano. Según Vitruvio para buscar los puntos de agua, «es necesario cuidar de la geomorfía característica del lugar donde se busca, porque gracias a ésta es posible obtener seguras indicaciones sobre la presencia de agua» (Vitr., VIII, 1, 2). A esta afirmación de principio, que asigna autonomía a la disciplina tratada, siguen elementos de geología que sin embargo demuestran vistosas confusiones y carencias, pero proponiendo un cuadro de búsqueda válido, por lo menos en la inspiración, en plano científico (Callebat, pp. XXXIX-XL)<sup>6</sup>.

Luego se establece la conexión entre los conocimientos de geología e hidrología; si otros autores latinos repiten o imitan este principio (Plin., *Nat. hist.*, XXXI, 47; Pallad., IX, 8; Rossi, 1991, pp. 147-158; Baldacci, 1961; ID., 1981, II, pp. 585-595), es Vitruvio que lo explicita y lo aplica en la exposición detallada del libro VIII.

Terrenos arcillosos e impermeables, presuponen aguas *vadose*: «en los terrenos arcillosos (*in creta*) el agua correrá en venas sutiles, poco abundantes y no en profundidad; pero su sabor no será muy bueno» (VIII, 1, 2) (Billiard, 1928, pp. 38-40; Gros, 1997, p. 1153)<sup>7</sup>.

Las arenas de miga dejan filtrar el agua: «en las arenas de miga (*sabulone soluto*) el agua criará igualmente arroyuelos sutiles, pero será posible encontrarla solo en estratos profundos; será además limosa y de sabor desagradable» (VIII, 1, 2). Para *sabulo solutus* se entienden las arenas de miga, características de un terreno árido donde el agua se infiltra, mientras que *sabulo masculus* (Vitr. VIII, 1, 2; Callebat, 1973, pp. 52-53) se refiere a la arcilla compacta y consistente con características de densidad y dureza.

En la «tierra negra», fértil y fecunda, rezuma la humedad: «en la tierra negra (*terra nigra*) ... la humedad rezuma y forma pequeñas gotas que, después de las precipitaciones invernales, se reúnen en fondos duros e impermeables; el sabor de este agua es óptimo» (VIII, 1, 2). Los autores latinos de

---

<sup>6</sup> «Malgré la diversité des notices qu'il propose, le livre VIII constitue ... un ensemble cohérent, possède une structuration logique et révèle de la part de l'auteur une vision large et pertinente. En intégrant, en effet, dans un développement rationnel des éléments intéressant la météorologie, la géologie, l'hygiène, le thermalisme, c'est-à-dire en comprenant son sujet comme un tout complexe, mais aussi ordonné, qui embrassait le domaine de plusieurs sciences, notre auteur obéissait à une conception qui n'apparaît pas très éloignée de celle qui préside à l'élaboration de nos traités modernes d'hydrologie (dans lesquels interviennent naturellement des données scientifiques nouvelles mieux connues)».

<sup>7</sup> El término *creta* (que sea la creta en su sentido propio o sea la arcilla) vuelve en Vitr. II, 8, 19 e VIII 1, 5; Colum., III, 11, 9; Pallad., I, 34; por cierto aquí se tiene que entender la arcilla (Pallad., IX, 8: *Creta tenues nec optimi saporis venas creabit*) porque «impermeable, dans lequel les réserves d'eau ne peuvent se fixer en profondeur et où la nappe superficielle est affectée par l'évaporation» (Callebat, 1973, p. 52).

agricultura entienden con *terra nigra* un terreno rico y suelto (Billiard, 1928, p. 38), que es una expresión aplicable también a las tierras parsas y a los vertisuelos. Efectivamente las mismas fuentes literarias latinas señalan la indeterminación de la denominación *terra nigra*, de entenderse en sus diferentes y posibles tonalidades cromáticas (Colum., II, 2, 15-16).

En las gravas, rocas porosas y permeables, el agua escurre rápidamente: «en las gravas (*glarea*) se forman venas escasas y poco constantes, éstas también de sabor exquisito» (VIII, 1, 2). En la arcilla arenosa (*sabulone masculo*) y en la arena roja (*harena carbunculo*) las venas son más seguras, constantes y de buena calidad (VIII, 1, 2). Vitruvio recuerda más adelante que el *carbunculus* se encuentra en suelos ricos de fuentes termales, como la Etruria (II, 6, 6), mientras que los autores geopónicos señalan sus varias características (Plin., *Nat. hist.*, XVII, 29; Colum., III, 11, 7; Pallad., II 13; Callebat, 1973, pp. 54-55). La toba roja retiene la humedad porque en esta roca el agua filtra en abundancia: «abundante y agradable es también el agua que filtra a través de las tobas volcánicas (*saxo rubro*) a menos que no penetre en las grietas y se pierda» (VIII, 1, 2). Los antiguos recuerdan la riqueza de aguas de las *saxa rubra* (Plin., *Nat. hist.*, XXXI, 48; Pallad., IX, 8; Geop., II, 5, 1). La presencia de suelos volcánicos asegura fuentes abundantes: «en los pies de las montañas y en presencia de rocas silíceas (*saxis silicibus*) el agua es muy copiosa, fresca y pura» (VIII, 1, 2). «Rocas silíceas» es una denominación muy genérica, que Vitruvio utiliza también para indicar la lava basáltica (Vitr., II, 5,1;11 8, 4; Forbes, 1964<sup>2</sup>, p. 175). La notación sobre las fuentes que manan “a los pies de las montañas” o en los terrenos más expuestos al Norte nos lleva a exprimir algunas consideraciones sobre la utilización hecha por Vitruvio del término *septentrionalis*. Él se vale de la acepción “vertiente norte de las montañas” con “al Norte del mundo” basándose en la precedente teoría aristotélica por la cual la tierra “se eleva al Norte y el Norte es más alto que el Sur” (creencia anterior al descubrimiento de la esfericidad de la tierra, muy común en la imaginación popular y en los poetas) (Plin., *Nat. hist.*, II, 179; Virg., *Georg.*, I, 240, sgg; Geop., II, 6, 1; Manil., I, 237 sgg; Oder, 1899, p. 358; Callebat, 1973, p. 55; Gros, 1997, p. 156). En cambio la escasez y la mala calidad atribuidas a las aguas de las fuentes de llanura<sup>8</sup> puede ser que sean deducidas por observaciones de la temperatu-

---

<sup>8</sup> Vitr., VIII, 1, 2: “en cambio en las fuentes de los terrenos llanos, son frecuentemente saladas, pesadas, tibias, para nada buenas, a menos que no fluyan de capas acuíferas subterráneas que bajan de los montes hasta la llanura, de donde se lanzan a la sombra de los árboles, ofreciendo ... la suavidad de las fuentes montañas”. La eventual escasez de agua en las llanuras deriva siempre de consideraciones aristotélicas (Met., I, 13, 350a); lo mismo se puede decir para las disgustosas calidades de las aguas que fluyen en las llanuras, así hechas por el proceso de evaporación de una parte de los elementos que la componen, según una teoría precedentemente formulada por



ra, de las infiltraciones del terreno, de las diferentes características del suelo y del paisaje de los terrenos llanos y además, según un estudio moderno, también de los depósitos de sal que deja el agua en las llanuras evaporando en el verano (Geop., II, 6, 2; Lago, 1983, pp. 74-77; Sechi, 1990, pp. 200-204; Gros, 1997, p. 1154)<sup>9</sup>. Sería un error buscar en el pasado los orígenes de las ciencias y de las disciplinas modernas como si fuera posible determinar por cada una seguras y lejanas ascendencias a través de las fuentes literarias que hemos logrado conservar por los siglos. No tenemos que olvidar la distancia que separa la antigüedad de la cultura científica moderna, como también debemos tener en cuenta los diferentes conceptos que son bases para las búsquedas.

La hidrogeología, como disciplina que estudia la circulación de las aguas en relación a la permeabilidad de las rocas, a su porosidad y a sus propiedades, es una ciencia moderna. Por los métodos y los instrumentos de empleo responde a un sistema de observaciones, asociaciones lógicas y problemáticas que la antigüedad ha conocido y a veces también expresamente formulado.

En el libro VIII de Vitruvio se pueden encontrar elementos de hidrogeología, de manera que es claramente percibida la relación que corre entre el estudio de la circulación del agua, la geomorfía característica del suelo y la determinación de las rocas. Todavía, la constante y grave confusión entre suelos y rocas (Callebat, 1973, p. XLI: «Vitruve semble faire notamment une confusion permanente entre roches et sols»), confusión común a toda la literatura técnica de la antigüedad, constituye el límite principal de la sección hidrológica del *De architectura* de Vitruvio.

## BIBLIOGRAFÍA ESENCIAL

- BALDACCI O., *Intuizione antica e scienza geografica moderna*, trad. del *De aquis terrestribus*, Bari 1961.
- BALDACCI O., *Seneca scienziato*, in *Letterature campane. Problemi e metodo. Studi in onore di E. Paratore*, Bologna 1981, II, pp. 585-595.
- BILLIARD R., *L'agriculture dans l'antiquité*, Paris 1928.
- CALLEBAT L., *Introduction*, in Vitruve, *De l'Architecture, Livre VIII*, Paris, 1973.

---

Anassagora (Diels-Kranz B90) documentable en la literatura científica física y médica de la misma época (Ipp., Aer., 8 = L. 2, 32 sgg; Arist., Met., II, 2, 355; Gell., 19, 5, 6, sgg).

<sup>9</sup> Cfr., también, el valor asignado por Frontino De aq. 45 a la acción de la sombra en frescura de las aguas.

- CALLEBAT L., *Le vocabulaire de l'hydraulique dans le livre VIII de Architectura de Vitruve*, «R. Ph.», 48, 1974, pp. 313-329.
- CALLEBAT L., *Science et Irrationnel. Les mirabilia aquarum*, «Euphrosyne», n.s., XVI, 1988, pp. 155-167.
- FORBES R. J., *Studies in Ancient Technology*, I, Leiden, 1964<sup>2</sup>.
- GREWE K., *Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen*, Wiesbaden 1985.
- GRIMAL P., *Vitruve et la technique des aqueducs*, «Rev. Phil.», 19, 1945, pp. 169-170.
- GROS P., *Vitruve l'architecture et sa théorie, à la lumière des études récentes*, «Aufstieg und Niedergang der römischen Welt», 30, 1, Berlin-New York 1982, pp. 659-695.
- GROS P., *De Architectura*, Vitruvio, a cura di, Torino, 1997.
- LAGO L., *Le conoscenze sul ciclo dell'acqua nell'antichità classica e nell'Evo Moderno*, Trieste 1983.
- ODER E., *Ein angebliches Bruchstück Democrits über die Entdeckung unterirdischer Quellen*, «Philol. Spbd.», VII, 1899, pp. 229-384.
- PELLATI F., *Vitruvio*, Roma 1938.
- ROSSI P., *Sulle «Naturales Quaestiones» di Seneca: il «De aquis terrestribus» e l'idrologia moderna*, «Aufidus» 14, 1991, pp. 147-158.
- RUFFEL P., SOUBIRAN J., *Vitruve ou Mamurra?*, «Pallas» 11, 1962, pp. 123-169.
- SAGLIO E., s.v. *aquilex*, Daremberg-Saglio, «Dictionn. des antiquités grecques et romaines», I, 1, Paris, 1896, p. 347.
- SECHI M., *La geografia delle acque continentali e dei loro impieghi nell'Italia antica*, Pubbl. dell'Istituto e Labor. di Geografia dell'Univ. di Sassari, 12-14, Sassari 1989.
- SECHI M., *La costruzione della scienza geografica nei pensatori dell'antichità classica*, Memorie Soc. Geogr. Ital., 44, Roma 1990.
- SECHI M., *Intuizioni di idrogeologia nell'opera di Vitruvio*, «Temi e discussioni di geografia antica», a cura di S. Fasce, Genova, 1994, pp. 277-285.
- SOUBIRAN J., *De l'architecture. Livre IX*, traduit et commenté par J. Soubiran, Paris, 1969.
- STAHL W., *La scienza dei Romani*, trad. it., Bari, 1974.
- TOELLE-KASTENBEIN R., *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo classico*, trad. it., Milano 1993 (ed. orig.: *Antike Wasserkultur*, München 1990).
- THIEL M., *Quibus auctoribus Vitruvius quae de mirabilibus aquis refert debet*, «Philol. Hist. Beitr. für C. Wachsmuth», Leipzig, 1897, pp. 115-132.
- VITRUVIO POLLIONE, *Dell'architettura*, a cura di G. Florian, Pisa, 1978.
- WATZINGER C., *Vitruvstudien*, «Rh. Mus.» 64, 1909, p. 209.