Revista Murciana de Antropología, Nº 14, 2007 Págs. 441-478

LOS ALJIBES EN LA HISTORIA DE LA CULTURA: LA REALIZACIÓN EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Antonino González Blanco; Francisco López Bermúdez*; Alfredo Vera Boti***

* Universidad de Murcia y Real Academia Alfonso X El Sabio;

** Real Academia Alfonso X El Sabio

RESUMEN

El artículo pretende situar el tema de los aljibes en el contexto de la Historia Universal y de la Historia de la construcción. El Campo de Cartagena es sólo un capítulo dentro de la misma realidad en todas las culturas que en el mundo han sido: el mundo clásico vivió un período áureo en la construcción de aljibes y la Edad Moderna lo ha revitalizado. Y ello tanto en el hecho del uso del agua estancada, como en las tipologías acomodadas a las exigencias de la conservación del agua y a los condicionante locales.

ABSTRACT

The paper's objective is to place the topic about the «aljibes» (water containers) within the context of the Universal History and the History of Construction. The Field of Cartagena is only a chapter in the same context in which are situated all cultures in the world: the classic world lived a golden period in the construction of «aljibes», and the Modern Age has revitalized it, not only referring to the usage of stagnant water, but also regarding water conservation with the local conditions.

0. NOMENCLATURA Y CONCEPTO

La palabra «*aljibe*» tiene correspondencias en todas las lenguas del mundo, porque su realidad responde a una necesidad universal (la administración y posibilidad de disponer del agua) y a la vez tiene variantes ocasionadas por las diferencias climáticas, geomorfológicos y meodioambientales de los distintos países.

Esencialmente suele tratarse de una cámara subterránea para alma cenamiento de agua. Y suele estar o bien construido o bien revestido de cemento impermeabilizador. El agua solía proceder de la lluvia, recogida o en los techos o en áreas pavimentadas o limpiadas con esmero y conducida por medio de canales o tuberías hasta la cavidad principal. En ocasiones también se llenaban con agua traída por acueductos.

En español *aljibe* forma parte de la constelación que forman *depósito*, *pozo*, *cisterna*, y tiene alguna relación con *tanque*, *pantano*, algún tipo de *cueva acuífero*.

Y algo parecido sucede en las demás lenguas europeas: El inglés esa constelación la forman *dam*, *cistern*, *reservoir*, «*pit*», «*cave*», *water hole*, *Water butt*, *Rain barrel* y los relacionados *Water tank*, *tanker*, *pipe*, *water main*,

En francés: *citerne*, *reservoir, depot,*

En italiano *cisterna*, *serbatoio*, *cassone d'aqua*, *cassa*.

En alemán: *Regen Fass*, *Regen Trog*, *Brunnen*, *Belhalter*, *Zisterne*, *Wasserkasten* (=*Tankschiff*)

Las realizaciones que han pasado a la cultura europea fueron llevadas a perfección en la época clásica y por ello hay que partir del griego y del latín. El griego las palabras constelación para el estudio que nos ocupa son: Εκδοχεῖον, ὑποδοχὴ, λἀκκος.

En latín: «*cisterna*», «*Lacus*»; «*puteus*», Dado que la mayor riqueza de cisternas nos ha venido del mundo romano podemos detenernos en el estudio de este campo semántico latino: en lel mundo romano «cisterna» no era simplemente un recipiente para recoger el agua de lluvia, también podía recoger el agua traida por tuberías. Difiera por ello tanto del *puteus*, que recoge el agua que mana en el lugar, como de la piscina y del lacus, que son, ordinariamente a cielo abierto, y del *castellum aquae* destinado a la distribución. Y advirtamos que dentro de la categoría de «cisternas» había también cisternae limariae para tratamientos medicinales (como las de Thuburnica, de Cherchell, di Thugga, de Philippeville) y las *cisternae frigidariae* (Petronio, Satyricon 73,2), que eran pozos de nieve.

Y cuando el avispado lector pretende comprender mejor las diferencias y matices se encuentra con las variaciones del tratamiento de los temas, tal es el caso del estudio que la Enciclopedia Universal Hispano-americana hace de la voz aljibe,

Por obra de la importancia del objeto para la vida cotidiana, muchos aljibes (se puede decir que todos) se han convertido en topónimos y tienen nombre propio:

Aljibe del Barranco de las Plomberas, en la Sierra de Gádor (Almería), en Granada: *Algibe del Zenete* 2. *Algibe de San Ildefonso* 3. *Algibe de San José* 4. *Algibe de la Placeta de Oidores* 5. *Algibe de San Miguel* 6. *Algibe de San Cristóbal* ...

Y por la misma razón tal nombre ha pasado a formar parte de la toponimia poblacional por denominar no pocas poblaciones de España y de la América Hispana:

Aljibe, El (San Javier, Murcia);
Aljibe Largo (San Javier, Murcia)
Aljibe de los Juncos (Fuente Álamo, Murcia)
Aljibes, Los (Torre Pachoce, Murcia)
Aljibete, El (Lorca, Murcia)
Aljibillos (Dalias, Almería)
Aljibe Quebrado (Guadix, Granada)
Arroyo del Aljibe (prv. De Cádiz), situado en la *Sierra del Aljibe*
Sierra de Aljibe (Cáceres, Extremadura)
Aljibe: Es un distrito Nacional de la República[1].

Lo mismo se puede decir del término «cisterna» que también ha dado origen a topónimos, algunos de ellos nombres de lugar y otros nombres de ciudades, como es el caso de varias ciudades italianas denominadas así: Cisterna di Latina, Cisterna d'Asti, provincia di Alexandria, Cisterna d'Anzio[2]. También en Francia existe Citerne, pueblo del departamento de la Somme, región de Abbeville, cantón de Hallencourt.

1. HISTORIA DEL TEMA[3]

El aljibe más conocido y fundamental del mundo es el mar. Pero los pueblos desde siempre han pretendido tener agua para todas las ocasiones y ello les ha llevado primero a la búsqueda que ha dado origen a la detección de los «acuíferos» y luego a la construcción de edificios artificiales de los que vamos a hablar.

Seguramente los primeros aljibes artificiales fueron excavados en la roca. Es el caso de los excavados en fortalezas naturales o en castillos.

Pero como resultaba más fácil construir un aljibe junto al poblado que colocar la residencia junto a una roca que pudiera almacenar agua, el uso de construir aljibes para el abastecimiento de la población pronto se hizo uso común y como la forma más segura aunque no la más regular de conseguir agua en muchos casos era la lluvia,

1 Una búsqueda exhaustiva del tema podría resultar infinita. Ver en Google las más de 75.000 entradas de la palabra «aljibe» y más de 8.000 en la de la misma palabra en Google-imágenes.

2 Que dio nombre a la batalla de Cisterna el día 29 de enero de 1944, durante la invasión de Italia por los norteamericanos.

3 Una historia sumaria del desarrollo de los aljibes podemos hallarla en los diferentes Diccionarios y Enciclopedias de reconocido valor, que aquí empleamos masivamente. Tales *Dictionnaire del Antiquités grecques et romaines*, editado por Ch. Daremberg y Edm. Saglio, tomo primero.

la construcción del aljibes se hizo en un porcentaje muy amplio de casos, contando con esta manera de llenarlos. Así desde lo más remota antigüedad los hombres han construido cisternas-aljibes.

1.A. Época pre-clásica

Se ha dicho «sería imposible enumerar todas las cisternas halladas en Mesopotamia, en Jerusalén y en las ciudades de Canaán, en los palacios prehelénicos de Creta, en las ciudadelas de la Argólida, o en todas las ciudades griegas de Asia, de las islas del Egeo, de la Grecia continental, de la Cirenaica, de la Magna Grecia y de Sicilia…[4]»

Fortalezas talladas en roca por los frigios en Asia Menor, presentan cisternas y silos horadados en la peña[5].

Tácito[6] habla de la existencia de aljibes en el recinto del Templo de Jerusalén. Y en la Biblia en el Génesis[7], Jeremías[8] y Samuel[9] hablan de cisternas sin indicar si estaban excavadas en la roca o construidas de algún tipo de materiales, piedras o ladrillos. Y la arqueología nos descubre este tipo de recipientes en Sarepta, Belén, Meaux, Betsaida y Rama[10], que es la más grande.

1.B. Cultura griega

En Grecia el agua de pozos y fuentes falta en muchos lugares, sobre todo en las antiguas acrópolis, por lo que también sus antiguos griegos se veían obligados, lo mismo que nuestros antepasados más cercanos, a horadar cisternas artificiales, ya en la roca ya en la tierra pero en este caso revistiéndolos de obra de albañilería. Hensey habla de varias de estas piezas[11] y describe una de la siguiente manera: «Es circular, de aparejo helénico, en la actualidad casi colmatada por los derrubios. Su diámetro es de 9 m. 60 cm; los asientos de las piedras son perfectamente regulares; las piedras mismas, largas y talladas con almohadillado. Los griegos en sus construcciones ordinarias no se servían de materia alguna para unir, pero para una

4 *Enciclopedia Italiana*, «Cisterna», vol. X, Roma 1931, p. 4e53.

5 PERROT, Georges et GUILLAUME, Edmond, DELBER, Jules, *Exploration de la Galatie et de la Bithinie d'une partie de la Mysie de la Cappadoce et du et du Pont exécutée en 1861*, Paris, Didot, 1872, p. 144 y 169 y lámina VIII.

6 TACITO, *Historias* V, 12.

7 *Génesis* XXI, 25; XXVI, 15; XXXVII, 22.

8 *Jeremías* XXXVIII, 6 ss.

9 *II Samuel* XVII, 18. 19. 21.

10 POCOCKE, Richard, *Description of the* East *and some other countries,* W. Bowyer and J. P. Knapton, London 1743-45, First edition, 2 volúmenes, folio, Londres 1743-45

11 HEUZEY, Leon, *Le Mont Olympe et L' Acarnanie,* Paris: Libr. Firmin - Didot, 1860, p. 361. 363. 366. 412. y en la p. 329 describe la de la fortaleza de Pélégriniatza que citamos en el texto.

cisterna era necesario que las junturas estuvieran perfectamente soldadas: en este se halla entre las piedras restos de un cemento muy duro. Aún se pueden contemplar una serie de piedras salientes, dispuestas en escalones que servían para descender hasta el nivel del agua. Los numerosos fragmentos de teja que se encuentran entre los materiales desperdigados por el entorno hacen pensar que la cisterna debía estar cubierta por un techo».

En la Atenas primitiva, en la zona de la Pnyx, al S.O. de la Acrópolis había pequeñas cisternas. Están horadadas en la roca en forma de botellas. Entalladuras a modo de peldaños sirven para descender hasta el nivel del agua. Canales profundos conducen hasta allí las aguas de lluvia[12]. Durante mucho tiempo se pensó que tales cavidades servían como prisiones. Una de estas cisternas ha sido medida: sus muros tienen 3'30 m de altura y están cubiertos de un cemento hasta la altura de 3 m. Al sur de la Acrópolis existe también una gran cisterna que forma una gran cámara cuadrangular construida por piedras poligonales irregulares de un excelente trabajo[13]. A veces uns cisterna se coloca entre varias casas a las que puede servir en común.

Se pueden encontrar cisternas más o menos similares a las de Atenas en las pequeñas islas del Archipiélago que carecen de agua potable. En Delos, se las encuentra en los emplazamientos de casi todas las casas antiguas; algunas son abovedadas, otras están cubiertas con losas de piedra[14]. En Ceos, la antigua Iulis, se ha descubierto[15], bajo una gruta cuya cobertura está sostenida por un pilar, tallado en la misma roca, una importante cisterna, a la que se baja desde la caverna superior por medio de peldaños; la entrada es una abertura circular practicada en el suelo y sus muros están recubiertos de un enlucido muy duro. Entre las ruinas de la antigua Thuria, en Mesenia[16], subsisten restos de una gran cisterna, uno de cuyos lados está constituido por la misma roca mientras que los otros tres están construidos de albañilería y que está dividida en tres cámaras por otros tantos muros de referencia.

---

12 BURNOUF, Emile, *Archives des missions scientif*. 1852; ID, *Revue d'Architecture de C. Daly*, 1878, p. 129; FORCHAMMER, Philologus 1873, p. 100; CURTIUS, E., *Attische Studien II: Kerameikos und Geschichte des Marktes von Athen*, Göttingen 1865, p. 68; CURTIUS, E *Atlas von Athen*, Berlin 1878 (2ª ed.), p. 18ss. Ver ARISTÓTELES, Polit. VII,10: «Hay que inventar la manera de abastecerla de agua, construyendo un gran número de grandes depósitos para agua de lluvia, de manera que el abastecimiento no falte nunca...»

13 CURTIUS, E., STRANTZ, C **von**, *Atlas von Athen*, Berlin 1868, lámina VI, p. 31 (2ª ed. Por CURTIUS, E. y KAUPERT, J., Berlin 1878)

14 ROSS, L., *Reisen auf die grieschichen Inseln des Aegäisch. Meeres*, Stuttgart 1840, lámina 31; CURTIUS, E., *Archäologische Zeitung* 1847, p. 23.

15 ROSS, L., op. cit., lámina 130; CURTIUS, E., *Archäologische Zeitung* 1847, p. 23.

16 CURTIUS, *Archäologische Zeitung* 1847 p. 24; WELCKER, *Tagebuch einer griegische Reise* I, p. 228, Berlin 1865; BURSIAN, *Geographie von Griechenland* II, I, p. 269.

Los viajeros hablan de otras cisternas, fuera de la Grecia propia en Clazomene[17], Cnido[18], Antioquía[19], en la isla de Chipre[20], en la isla de Creta[21], en Argyropolis, Aptera y Eleutherna, en Cyrene[22], en Siracusa[23], en Camarina[24], y en muchas otras localidades de Sicilia[25]. Las cisternas de Alejandría son numerosas y muy notables[26]. Una cisterna particularmente trabajada fue hallada en Perachora que tiene dos extremos en forma de ábsides y una hilera central de pilares.

En época helenística era común que cada casa de cierta entidad tuviera su cisterna propia y particular. Generalmente eran estructuras cónicas colocadas en el centro de un patio, en cuyo punto más alto había un agujero de suficiente entidad como para que pasara un cubo con agua o pudiera entrar una persona menuda para llevar a cabo la limpieza de la cisterna. Justamente debajo de la boca del pozo había una cavidad algo más profunda en la que se depositaban los sedimentos que eran lo que había que limpiar periódicamente. Un grupo de ocho cisternas recuperado en Olimto, de comienzos del siglo IV a. C. varía en profundidad de 1'9 metros hasta 5'8 m y en anchura entre 1 metro y 4'35 con capacidades entre 7 y 41'6 metros cúbicos. También en tiempos helenísticos en Delos había cisternas cuadrangulares cubiertas con pavimentos de rocas o incluso de mosaicos.

Las cisternas púnicas del siglo III en Sicilia y en el Norte de Africa ofrecen forma similar a las griegas.

1.C. En la cultura romana

En Roma la teoría llegó también por herencia de la cultura griega, pero habiendo sido los romanos excelentes constructores y teóricos nos han dejado una amplia información sobre la construcción de cisternas.

Vitrubio se extiende con mucha amplitud sobre la disposición que se debe dar a las cisternas. Indica[27] el género de obra de albañilería (*opus signinum*) que hay que emplear para construirla y para hacer las capas impermeabilizadotas. Luego añade: «Si se hacen dos o tres cisternas de manera que el agua al pasar de una a otra pueda

17 PROKESCH VON OSTEN, *Denkwürdigkeiten aus dem Orient* II, p. 172.

18 NEWTON, *History of discoveries at Halicarnassus, Cnidos*, etc. Londres 1862-63.

19 REY, G., *Étude sur l'architecture des croisés en Syrie*, lámina XVII, p. 190.

20 ROOS, L., *Op. cit.* t. IV, p. 124.

21 PERROT, *L'île de Crète*, p. 79 y 93; THENON, «Description de l'île de Crète», *Revue Archeologique* XV, p. 267; XXII, p. 294.

22 BARTH, *Wanderungen durch das Punische und Cyrenaische Künstenland*, 1849, p. 436.

23 SCHUBRING, *Philologus*, 1864, p. 577 s.

24 SCHUBRING, *obra citada*, 1872, p. 522.

25 SCHUBRING, obra citada, 1872, p. 522.

26 *Description d'Égipte*, Éta. Moderne, t. II, 2ª parte; VIVANT DENON, *Voyage dans la Basse et la Haute Égypte*, I; p. 61.

27 VITRUBIO, viii,7.

clarificarse, resulta mucho mejor y es agua más dulce al paladar». Palladio[28] dice que una cisterna debe ser más larga que ancha y da el detalle de la construcción del enlucido impermeabilizante («*tectorium*») que debe cubrirla. Según Plinio[29] lo mejor es construir dos cisternas, de tal manera que las inmundicias del agua se detengan en la primera y que el líquido llegue a la otra como a través de un filtro. Varrón[30] y Columela[31] recomiendan el primero horadar las cisternas cubriéndolas luego con un techo y el segundo construir grandes cisternas para los hombres y piscinas para los rebaños, en las cuales recoger las aguas de lluvia. Todos estos principios aplicados por los escritores se encuentran aplicados en la construcción de las piscinas cuyos restos se han conservado.

De acuerdo con tales teorías las cisternas domésticas romanas solían ser rectangulares, revestidas de excelente cemento impermeable y cubiertas con fuertes techos abovedados. La práctica totalidad de las cosas romanas de cierta entidad había una o dos cisternas domésticas.

En Roma, en el monte Esquilino, existe una cisterna horadada en la tierra y triple como prescribe Vitrubio[32]. Uno de los más hermosos ejemplos es el que se presenta en la misma villa, de la gran cisterna de las termas de Trajano[33] (42 x 56 metros) denominada hoy «Las siete salas» (que en realidad son nueve paralelas con puerta con el eje alternado), aunque se realidad presenta nueve divisiones[34]. No horadada en el suelo, está construida con piedras de aparejo. M. Leclercq, becario de la Academia de Francia en Roma, descubrió particularidades de todo el conjunto que llevan a pesar que el agua contenida en esta cisterna se calentaba o al menos se entibiaba al calentar unas termas vecinas[35]. La comunicación entre las diferentes divisiones de esta amplia cisterna está formada por puertas que nunca están colocadas una en frente de otra, con el fin de que las aguas, obligadas a recorrer lentamente un espacio más largo, puedan purificarse dejando depositar todos los sedimentos que podían contener.

Existe todavía en Fermo, antiguamente Firmum, en el Vicentino, un edificio muy notable de este mismo tipo, que remota a los tiempos imperiales (Figura 1). Está situada casi en la cumbre de una alta colina, lejos de toda corriente de agua y no se ha descubierto ninguna traza de acueducto en los alrededores. Las aguas de lluvia

28 PALLAD. I, 17.

29 PLINIO 36,52.

30 VARRON, *De re rustica* I, 11.

31 COLUMELA I, 5.

32 CANINA, *Architettura romana*, lámina CLXXII, fig. 4.

33 *El Daremberg-Saglio dice que estaba en las termas de Tito. La* Enciclopedia Italiana mas reciente y fiable dice que forma parte de las de Trajano.

34 CANINA, *obra citada*.

35 LECLERC, *Restauration des thermes de Titus* (manuscrito inédito conservado en la Biblioteca de la Escuela de Bellas Artes de Paris.

corriendo desde las cimas que rodean este lugar con forma de anfiteatro debían servir ellas solas para llenar este recipiente. Se compone de una serie de cámaras cuadradas y abovedadas cada una de una superficie de 9 x 6 metros y con una altura de 5'20 metros. Forman dos pisos superpuestos. Al agua pasaba de un piso al otro por medio de aberturas cuadrangulares que atravesaban las bóvedas de dos en dos cámaras; y de una cámara a la otra se pasaba por puertas cimbradas de 2'45 metros de anchura y 1'50 de altura. Todo el edificio está construido en *opus signinum* con una estupenda perfección. Los muros del perímetro exterior están cubiertos hasta la zona de las bóvedas con un cemento hidráulico: con toda probabilidad es la altura a la que podía o solía llegar el agua. Se ha depositado tal cantidad de sedimentos por todas las salas que han llegado a ser impracticables, por falta de atención al conjunto.

Otras disposición aplicada frecuentemente por los romanos en la construcción de cisternas consiste en suprimir los muros de división y sostener las bóvedas por arcos apoyados en pilares o columnas. Existe un ejemplo muy hermoso en Puzzoli, cerca del anfiteatro[36]. Las bovedas apoyan en tres líneas de pilares a lo ancho y en diez a lo largo. Es tan amplia que puede ser recorrida en barca. Todavía actualmente está en uso.

No lejos de Pozzuoli, en Baias, hay otro ejemplo del mismo tipo, edificio al que se ha denominado *piscina mirabilis*[37]. Fue mandada construir por Agrippa en el año 37 a.C. para suministrar agua potable a la base naval de Miseno. Aquí (Figura 2) 48 pilastras sostienen las bóvedas partiendo el espacio en cinco naves, divididas por 48 pilastras. En el medio el suelo está más profundo, sin duda para recoger allí el limo depositado. Esta cisterna tiene 72 x 28 metros. Se baja a ella mediante dos escaleras cada una con 40 peldaños. En las bóvedas todavía hoy existen 13 aberturas por las que entraba el agua. Su capacidad es de 17.000 metros cúbicos.

Son igualmente famosas la de Stanza Barbariga (Istria); las de Leptis Magna, sobre todo la que está al sur de las termas, compuesta de dos sistemas, una de nueve cámaras y orden doble sobrepuesto, colegado con una cisterna colector de las aguas de lluvia y otro más al este formado por once cámaras pequeñas; la de Porta Ghegab en Cirene, las de Tolmeta y Tocra; la de Mahdia, todas ellas con compatimentos múltiplces la de Castro de Albano; la de Uthina con tres naves y dieciocho pilastras; la de Lión del mismo tipo.

La antigua Cartago tenía también cisternas muy considerables[38]; fueron restauradas en el año 116 a. C., por Cayo Graco, cuando fundó sobre las ruinas de Cartago

36 PAOLINI, Antonio*, Antichità de Possuoli, Cuma e Baja*, lámina XXI.

37 PAOLINI, A., *opus citatum*, lámina LXII.

38 GRANVILLE TEMPLE, *Relation d'une excursión à Rome, Guelma*, etc., Paris 1838; FALBE, *Sur l'emplacement de Carthage*, Paris 1833, CAILAT, *Revue archéologique* XXVI, 1873, p. 292; DAUX, *Recherches sur les emporia phéniciens*…, Paris 1860, p. 50 ss; BEULÉ, *Fouilles et découvertes*, t. II, p. 23.

púnica, la nueva Cartago. Entre estas cisternas estaban también las que habían sido excavadas en el célebre Byrsa, cerca del templo de Esculapio,a la que alimentaban el Cothon y los puertos; los romanos restauraron también las otras más importantes que habían sido construidas al lado de las murallas, cerca del puerto de Útica.

En Argelia subsisten todavía hoy muchas cisternas excavadas por los romanos[39]. Las encontramos sobre todo en Constantina (la antigua Cirta); en la via de Koudiat-Ati; en Bona (La antigua Hippona); en Philippeville (Rusicada) y en Stora. En las láminas adjuntas reproducimos el plano y las cupas de la cisterna de Cherchell (Julia Caesarea)[40], cuya disposición recuerdan en tamaño más pequeño a la de las *siete salas* descritas antes. Se distinguen también todavía los restos de una escalera y de agujeros en la bóveda, análogos a los que hemos indicado antes en la *Piscina mirabilis*.

Cisternas particulares, menos importantes, también construidas por los romanos existen en Italia, Francia, España etc. En Pompeya se puede observar cómo los techos de los *cavaedia* conducían las aguas al *impluvium* (*cavaedium*). Caían a las cisternas construidas debajo, de donde eran sacadas según las necesidades, a través de aberturas rodeadas de un brocal (*putealis*) casi siempre elegantemente adornado. La *Maison de campagne*, en Pompeya[41] ofrece un ejemplo muy completo (figura adjunta) de estas pequeñas cisternas. Se sacaba el agua para el servicio diario de la casa por dos pozos.

En Roma y en Ostia, donde el agua potable era abundante, estas pequeñas cisternas eran raras. En el monte Pincio, galerías talladas en el tufo, revestidas de estuco, servían de cisternas a la villa de los Acilios Glabrios[42]. La villa llamada de Cassio tenía una cisterna rectangular dividida en dos naves por una hilera de siete pilares[43]. En el Palatino existen todavía cisternas con aberturas para sacar el agua. En Velletri, en noviembre de 1858, se descubrió cerca de la estación una cisterna de forma alargada, terminadapor dos partes semicirculares y con dos pozos[44].

En la zona oriental del Imperio Romano, heredera de la cultura griega y muy cuidada por sus propios ciudadanos y por el apoyo imperial hay también cisternas monumentales para el abastecimiento urbano, que sería prolijo enumerar, pero no podemos dejar de recordar a las de Rusaza,

---

39 GRANVILLE TEMPLE, *obra alabada*; DELAMARRE, «Exploration de l'Algerie», *Archéologie*, láminas XXXIV, XXXV, XXXVI.

40 RAVOISIÉ, *Exploration scientifique de l'Algerie* III, lámina XLI.

41 MAZOIS, *Ruines de Pompéi*, t. II, p. 23 y 91, lámina XLVIII.

42 LANCIANI, R., *Topographia di Roma Antica*, párrafo 4. Compluvios y cisternas pueden verse en los *Atti della Academia del Lincei*, 1879-1880, vol. IV, p. 240.

43 *Atti della Academia del Lincei*, 1879-1880, vol. IV, Lámina I, fig. 8.

44 *Atti della Academia del Lincei*, 1879-1880, vol. IV, lámina III.

En Francia existe en Lyon, sobre la montaña de San Justo, en el recinto de un antiguo monasterio de las Ursulinas, convertido ahora en casa de salud, una cisterna antigua que está dispuesta poco más o menos como la *Piscina mirabilis*.

En España el fenómeno es el mismo y por citar algún ejemplo recordemos la famosa cisterna de Mérida o el aljibe descubierto en los últimos años en la villa romana de Villaricos (Mula, Murcia). De un modo general podríamos recordar todos los «*castella aquae*» que recibían las aguas de los acueductos ya en la parte más alta de las ciudades para después servir de ordenador de la distribución por toda la ciudad.

1.D. Época bizantina

Los emperadores bizantinos construyeron también un gran número de cisternas muy importantes. Hay una muy considerable en Nicomedia, hoy Ismidt. Está compuesta de 36 pilares que soportan arcadas, que a su vez sostienen cúpulas esferoidales apoyadas en pechinas. Toda la construcción es de ladrillo, siendo de granito solo las impostas. La superficie de la piscina es de 250 metros cuadrados y su capacidad es de a585 metros cúbicos de agua[45].

La más grande y magnífica de las cisternas conocidas se halla en Constantinopla. Los turcos la designan con el nombre de Bin-Bir-Direk (*Las mil y una columnas,* que en realidad no son mas que 224) y se cree que es la que construyó Filoxeno en tiempos de Constantino el Grande, en la primera mitad del siglo IV, Durante el siglo XIX estuvo seca y fue taller artesanal de cordeleros y obreros de la seda. En la actualidad ha vuelto a ser restaurada como cisterna pero empleada únicamente para explotación turística debido a su magnitud, belleza y obras de arte antiguas reempleadas y visibles en el conjunto (Figura 3). En el siglo XIX se podían contar 15 hileras de columnas a lo largo y 14 a lo ancho[46]. Su capacidad es de 40.000 metros cúbicos y probablemente servía para numerosos edificios de los alrededores. Muy cerca de la gran piscina hay otra con 28 columnas de estilo corintio bellísimas.

La Cisterna Basílica (*Yerebatan Saray*), también en Constantinopla, es todavía más impresionante por su magnitud con 28 hileras de 12 columnas, en total 336, soportando bóvedas de ladrillo, con capacidad para 78.000 metros cúbicos.

45 CH. TEIXIER, Description de l'Asie Mineure, t. I, p. 24, lámina I y II.

46 La piscina de Constantinopla actualmente es uno de los monumentos que es esencial visitar zal turista que llega a Estambul. Situada junto a Santa Sofia y muy cerca del Topkapi y de la Mezquita Azul ofrece no solo un espectáculo maravilloso sino a la vedz es un museo de arte clásico en el centro de la ciudad, sobre todo en capitelas y basas compuestas de materiales y piezas reempleadas.

1.E. Edad media

En la Edad Media el pueblo se acostumbró más a usar pozos y cisternas construidos sobre el suelo, aunque continuó el uso de cisternas hasta el día de hoy.

En Francia, en el siglo XII se construían todavía cisternas sobre la planta de las cisternas romanas. La de la abadía de Vézelay, situada en el claustro, consta de dos naves abovedadas sostenidas por una hilera de pequeños pilares cuadrados. Está horadada en la roca y cuidadosamente revestida en su interior[47].

1.F. Las cisternas de las modernas obras hidráulicas de abastecimiento urbano

A partir de los estudios de dinámica de la Edad Moderna todo el tema del agua ha sufrido unos cambios muy notables y los antiguos aljibes o cisternas han pasado a formar parte de un conjunto mucho mejor estudiado y cuyo funcionamiento es algo esencialmente distinto al sencillo almacenamiento de agua que constituían los aljibes antiguos[48].

En los modernos acueductos, las cisternas están destinadas a permitir la integración de la variabilidad del consumo de agua en las redes de distribución de los centros habitados y además a hacer frente a la demanda de agua en las mismas redes durante las interrupciones de la afluencia en los canales proveedores. Por ello son cisternas *de compensación o reserva* o *de reserva e integración*.

Se colocan lo más cerca posible a las redes de distribución. Según su posición respecto a esta se de nominan como *de cabecera* o *de extremidad*. Son *de cabecera* las cisternas colocadas en el extremo de los canales que traen el agua o del canal alimentador principal de la red urbana. Son de extremidad o terminales las cisternas colocadas en el extremo opuesto de la red respecto de la conducción que aporta el agua.

Las de las obras de abastecimiento a Madrid por obra del canal de Isabel II y que recientemente fueron restauradas y pudieron ser vistas y fotografiadas.

2. LAS TÉCNICAS TRADICIONALES, UN SISTEMA DE CIENCIA LOCAL

En 1992, se celebró, en Río de Janeiro, la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la conocida como la «Cumbre de la Tierra» organizada por

47 VIOLLET LE DUC, *Dictionnaire de l'architecture française*, «Citerne».

48 Es esta la razón por la que los modernos tratadistas del tema lo hacen desde el punto de vista de la física dinámica que tiene poco que ver con los viejos «ítems» de las enciclopedias o con los antiguos tratados de física de líquidos. Un buen ejemplo de los nuevos planteamientos es el artículo «serbatoio» de la *Enciclopedia Italiana* vol. XXXI, Roma 1936, p. 412-414.

las Naciones Unidas. En ella, se acordó la redacción de tres grandes Convenios mundiales: Cambio Climático, Biodiversidad y Desertificación. Los tres tenían un objetivo común, el análisis del deterioro de las condiciones ambientales globales y la necesidad de desarrollo durable y bienestar de los pueblos. Los tres convenios abordan el problema del desarrollo y las nuevas tecnologías y, a la vez, hacen hincapié en la necesidad de tener en cuenta, rescatar y revalorizar prácticas y conocimientos tradicionales para prevenir y combatir los procesos de deterioro de la naturaleza y sus recursos.

Los conocimientos y prácticas tradicionales tienen una base social, económica, cultural y ecológica, casi siempre respetuosa con la naturaleza y el medio ambiente, producidos y transmitidos de generación en generación. Los conocimientos tradicionales y locales, forman parte de un sistema complejo y holístico ligado a una concepción de la naturaleza basada en el cuidadoso uso y gestión de los escasos recursos locales, como es el agua en los territorios áridos y semiáridos mediterráneos.

Cuando se crea una fuerte cohesión entre sociedad, economía, cultura y naturaleza, se dan saltos positivos en el desarrollo. La síntesis de las prácticas tradicionales y los sistemas sociales fortalece el uso apropiado de los recursos y, a la vez, produce cambios positivos de estatus y construye ecosistemas rurales o urbanos. Este es el proceso que permitió el éxito de las grandes civilizaciones basadas en practicas tradicionales que alcazaron un alto desarrollo económico y social (Laureano, 2005).

A la interrelación entre aspectos productivos, tecnológicos, sociales y medioambientales, se le suman los valores estéticos y éticos. Muchas técnicas tradicionales operan bajo una concepción armónica entre los patrones estéticos heredados de la tradición y el paisaje. Unas construcciones para la recolección y almacenaje de agua, como son los aljibes rurales, no son meras estructuras más o menos técnicas, sino estructuras con belleza propia integradas en el paisaje. Los conocimientos tradicionales y locales sobre la captación, almacenamiento y uso del agua, no sugieren soluciones milagrosas para asegurar el disponibilidad de agua, pero si una mentalidad de viabilidad, autonomía, holismo y ahorro de un recurso escaso como es el agua, compatible con la utilización de las nuevas tecnologías.

2.A. Aridez y agua en el dominio mediterráneo semiárido

El agua tiene una enorme relevancia a escala planetaria por ser un recurso vital para las poblaciones, centro de los ecosistemas, de los agrosistemas y del desarrollo humano. El agua, recurso limitado, es un valioso activo económico, social y ambiental, elemento esencial para la vida, para un desarrollo durable y para la paz social. El agua se encuentra constantemente en el corazón de las preocupaciones de las poblaciones que viven en los territorios secos, como son la mayor parte del dominio mediterráneo, del Sureste peninsular y del Campo de Cartagena. El agua,

es un recurso clave para la sostenibilidad de los asentamientos de la población, de la agricultura, ganadería y otras actividades humanas.

Los ecosistemas mediterráneos son espacios sensibles y complejos en donde las interacciones clima —recursos naturales básicos (agua, suelo, vegetación)— humanos, han mantenido y siguen manteniendo un precario equilibrio debido a que los territorios bajo condiciones semiáridas, son vulnerables y frágiles a buen número de fenómenos e impactos físicos y humanos. El cambio climático puede acentuar esa fragilidad.

La sequía es uno de los rasgos definidores del clima mediterráneo que tiene un período de escasas lluvias y de déficit hídrico coincidente con el verano. El período de aridez estival es largo bajo condiciones semiáridas como registra la mayor parte del Sureste de España, en general, y el Campo de Cartagena en particular, los territorios con menor pluviosidad media anual de toda Europa. La larga sequía estival, con frecuencia prolongada a la mayor parte de los meses del año, se ve agravada, desde un punto de vista hídrico y ecogeográfico, por la coincidencia con el máximo térmico anual.

En general, el dominio mediterráneo semiárido, está caracterizado por el déficit de agua, por registrar un balance hídrico negativo todo o parte del año a causa de la escasez e irregularidad de las lluvias (entre 150 y 400 mm de media anual), a la elevada radiación solar y a las altas temperaturas (17-19 ºC de media al año). En estas tierras la relación entre las precipitaciones y la evapotranspiración se halla entre 0,21-0,50. La recurrencia de sequías es un rasgo distintivo del clima mediterráneo semiárido. Estas tierras llevan siglos de sequías y seguirán registrando este fenómeno meteorológico, incluso más acentuado con el Cambio Climático (López Bermúdez *et al*., 1986; López Bermúdez, 2006; IPCC, 2007; MMA, 2007).

Estas condiciones han existido desde antiguo, y bajo ellas han florecido diversas culturas por su dominio sobre los recursos naturales y, en especial, sobre el agua escasa (Gilman y Thornes, 1985). En las regiones mediterráneas secas el manejo del agua ha sido esencial para la vida y, entre los diversos procedimientos de captación, almacenamiento y uso, destacan los aljibes y cisternas. El agua de lluvia que cae al suelo puede ser recogida de forma eficiente en distintos sistemas de recolección en función de la superficie de captación, o *impluvium*, y de los sistemas de almacenamiento. En pueblos y aldeas, la recogida de agua de lluvia se hacía, desde los tejados y azoteas, mediante canales y tuberías que la conducían al aljibe que, por lo común, se hallaba adosado a la casa o en el patio interior, su arquitectura difiere de la de las casas rurales de campo (Fig. 1).

En las casas aisladas de campo cuyos moradores desempeñaban una actividad agrícola y ganadera, el sistema era distinto tanto en el modo de recogida y conducción del agua, como en la arquitectura y tamaño del aljibe. Como en el caso anterior, la tecnología usada era sencilla y eficaz, permitía disponer de agua todo el año a partir de las dispersas y escasas lluvias que el territorio recibía. Los aljibes son depósitos

Figura 1. *Tipo de aljibe común en las casas de núcleos de población rural. Las canales que recogían el agua de los tejados y la conducían al aljibe, por la parte posterior han desaparecido. En la imagen construcción localizada en la «costera de la Sierra de Carrascoy».*

cuidadosamente impermeabilizados y cubiertos por cúpulas o bóvedas. Los modelos más grandes recogían el agua de escorrentía que circulaba por laderas de suave pendiente y era conducida, mediante surcos o regueros abiertos en el suelo, al depósito. Como esta agua transportaba cantidades variables de sedimentos producidos por la erosión de las laderas y de los cauces por donde discurría, los aljibes contaban con una poza de decantación antes de precipitarse el agua en el aljibe (Figs. 2 y 3). El agua almacenada en estos depósitos, de amplia variedad en su capacidad, permitía asegurar el abastecimiento para las familias rurales y para el ganado. Era un sistema eficaz y sostenible de adaptación a la aridez y a las sequías.

En la actualidad, en una época de espectacular desarrollo tecnológico, se ha postergado y abandonado estas técnicas por considerarlas «anticuadas», sin considerar el valor como estrategia de adaptación a la aridez y a las sequías, además de su

Figura 2. *Los aljibes del Campo de Cartagena ofrecen variada arquitectura. Las más frecuentes son en cúpula y en bóveda. La imagen, muestra uno del primer tipo restaurado y localizado en El Escobar.*

interés como patrimonio hidráulico, arquitectónico, cultural e histórico. La mayoría de los aljibes del Campo de Cartagena se hallan abandonados, muy deteriorados e incluso arruinados (Fig. 4). Las frecuentes sequías que registra el Sureste peninsular pone en evidencia la fragilidad de los sistemas de captación y distribución de agua, haciendo descubrir los métodos de nuestros antecesores.

3. LOS ALJIBES: UNA ARQUITECTURA POPULAR DEL AGUA

3.1. Dificultades

El principal problema que plantean los estudios de tipologías de arquitectura popular es de doble naturaleza: por una parte está la dificultad de fijar una cronología que sirva de referente para analizar las evoluciones de las soluciones adoptadas, y por otra, y en este caso concreto de los aljibes, la dificultad, cuando no la imposibilidad de estudiar directamente sus estructuras, casi siempre inaccesibles, por lo que los

Figura 3. *En función de la superficie drenada por los canales que concentran y conducen las escorrentías hasta el aljibe, la poza de decantación de los sedimentos transportados por el agua se ubicaba en los laterales o detrás del aljibe, como muestra la imagen.*

ejemplos analizables se reducen a los que están arruinados ya que nos ofrecen a la vista sus propias entrañas.

A estas limitaciones se añade la ausencia de una teoría propia que justifique los procesos y sistemas utilizados; con frecuencia se recurre a establecer una analogía con las obras cultas, partiendo del supuesto de que las construcciones populares son las cenicientas de la arquitectura mayor, a la que copian por mimetismo, con escasas reflexiones sobre las incidencias de detalle que, a veces, pueden ser importantes, pero que su larga experiencia resolvía con un exceso de «dimensionado» o con la anulación, por vía práctica, de los caminos que conducían a fracasos.

Con estas limitaciones se parte a la hora de plantear este trabajo de aproximación a unas soluciones constructivas que dieron estabilidad, hasta no hace muchos años, a una subsistencia en el medio rural, o no tan rural, de muchas familias cuya economía se basaba en el equilibrio inalterable entre hombre pasivo y naturaleza estabilizada. La ruptura no de uno, sino de ambos polos, hombre resignado y naturaleza libre, ha conducido a que los aljibes hayan quedado obsoletos, abandonados y olvidados.

Figura 4. *El abandono de la población rural ha acarreado también el abandono de las prácticas de conservación de los aljibes y otros sistemas de captación de agua tales como el sistema de boqueras, minas,»lumbreras» y cultivo en cañada. En la imagen, aljibe bastante deteriorado junto a la carretera de Los Almagros y El Escobar a Fuente Álamo.*

3.2. Plantas

En arquitectura popular la recurrencia a soluciones complejas es casi una constante, ya que la utilización de cualquier procedimiento se basa en la transmisión por vía de imitación, más que por proceso deductivo o teórico, ya que predominan las condiciones conservadoras que imponía una economía de subsistencia, antes que las alternativas de dudosa eficacia, que podían conducir a inciertas mejoras o a posibles fracasos.

Ni los grandes aljibes de salas paralelas (con el enorme modelo de las Sette Sale en Roma), ni los aljibes de salas columnarias (como la *Piscina mirabile* de Baia, cerca de Pozzoli, o de Bin-Bir-Direck, o de Yaresteizan en Constantinopla), no las enormes cajas excavada en terrenos desérticos (como la de Masada o la de Cecina), los vamos a encontrar aquí. Se trata siempre de soluciones sencillas de arquitectura menor, de un solo ámbito, cuadrado, rectangular o circular, cubiertos con estructu-

ras simples sin apeos intermedios y de volumen reducido, salvo en un ejemplo, el Aljibón de Corverica (Fuente Álamo) que alcanza unas dimensiones algo superiores al doble del volumen medio dominante citado en estas páginas.

Solamente en algunos edificios singulares de arquitectura militar encontramos aljibes importantes, como se hizo en Sagunto o en la Alhambra de Granada, pero sin llegar a tanto, tal como encontramos en algunos castillos de la región (Caravaca, Lorca, Puerto de la Cadena, Cartagena, etc.).

3.3. Tipos

Para definir una tipología, lo primero que hay que hacer es acotar el significado y alcance que se le da al objeto a analizar. Dentro de los términos equivalentes empleados en castellano para designar las reservas de agua están el *Pozo*, la *Cisterna*, y el *Aljibe*.

Pozo suele aplicarse a las construcciones en profundidad que buscan el agua en niveles subálveos, y ese sentido de hondura ha llevado a asignarle algunos significados simbólicos como es el caso del Pozo de San Patricio, que ponía en contacto al Purgatorio enterrado con el Cielo superior, en un doble camino de ida de la tierra al fondo y de vuelta del fuego al cielo, que Antonio da Sangallo plasmó, quizás sin darse cuenta, en el pozo homónimo que por encargo de Clemente VII construyó en la Rocca de Orvieto, con su doble rampa de subida y bajada. El pozo ha estado vinculado también al agua sagrada, un agua que mana. Y con sentido de Purgatorio de penas en los *Pozzi* del Palacio Ducal de Venecia.

Cisterna es término que con frecuencia se asigna a las grandes construcciones enterradas, con ámbitos complejos de varias naves o salas, a veces, accesibles con escalinatas y con interiores dignificados o por la espectacularidad de sus dimensiones o por el empleo de formas ornamentales; el un gran receptor de vida, un símbolo de la persistencia y de lo duradero. La cisterna es la alternativa al pozo: cuando el agua no mana del fondo se guarda la que manda el cielo.

Aljibe, tiene un significado más modesto, derivado de su nombre árabe, y al que rara vez se le asignan valores añadidos y cuando se les dan tienen cierto sentido de ambivalencia; por ejemplo Jeremías fue introducido en un aljibe lleno de agua para que muriera, pero en vez de agua cayó sobre el fango y se salvó (*Jeremías*, 38.3), es decir, que contenía algo que ni era tierra ni agua, y no servía para el fin que se destinó; otra veces es el espejo, es decir la realidad fingida sobre algo que está inmóvil, en resumen el símbolo del abandono y de la muerte; en el mejor de los casos es un referente casi exclusivo de utilidad práctica, una obra menor que pasa del anonimato oculto dentro de un edificio construido al disimulo de su presencia ondulada en un paisaje rural casi inalterado.

O sea, todo un mundo de símbolos que se sumaban a la realidades más necesarias para conformar una teoría del todo que pretendía ser consistente en sí misma,

adhiriendo conceptos a palabras o a simplificaciones inmediatas, casi siempre con estructuras semejantes a las de la charlatanería. Reduciéndonos al campo concreto de los aljibes reales, de la zona de estudio, encontramos las siguientes variantes:

A) Aljibes en descampado:

Casi siempre son de cubierta peraltada sobresaliente al exterior (Fig. 5).
De vaso rectangular o cuadrado, con bóveda de cañón.

Figura 5. *Tipo de vaso rectangular. En los Martínez del Puerto.*

Con dos subvariantes derivadas de la posición del brocal. Con el brocal en la testa (Fig. 6).

Figura 6. *En Los Martínez del Puerto.*

Con el brocal sobre la bóveda (Fig. 7). De vaso cilíndrico, con cúpula de casquete esférico.

Figura 7. *En La Murta-El Escobar.*

Con otras dos subvariantes: Con el brocal insertado en el perímetro (Fig. 8). Con el brocal sobre el ápice de la cúpula (Fig. 9).

En este último caso, al quedar la boca de extracción por encima de la rasante del terreno circundante era preciso acceder mediante la subida de algunos peldaños.

Figura 8. *Aljibe en Corvera*

B) Aljibes dentro de áreas con edificación:

Predominan los aljibes enterrados en forma de botella, cuya única parte visible es el cuello prolongado en el brocal (Fig. 10).

El brocal, es la zona más visible e indicativa de la presencia de un aljibe; su forma convencional habitualmente ha sido la de envolvente cuadrada, cubierta con un tejadillo a cuatro o a dos aguas, con independencia de que interiormente el cuello fuera con esa misma forma o cilíndrico.

Pocas veces encontramos brocales redondos en el Campo de Cartagena, con un ejemplo que confirma la regla, y otro de perímetro exagonal, de compromiso entre ambas soluciones descritas.

Figura 9. *Aljibe en Balsicas.*

Figura 10. *Brocal exagonal. Al pie de la Sierra de Carrsacoy.*

Los aljibes con bóvedas cruzadas fueron muy escasos, aunque no faltan ejemplos en Andalucía, con una buena muestra en el de San José de Granada.

Un grupo aparte lo constituyen los pozos de nieve, por tener características propias que los diferencia de los aljibes: su perímetro interno no es impermeable, sino que se dejaba poco sellado, con el fin de que el agua deshelada fluyera hacia el exterior y evitara la acción flotante de la nieve, cuya duración en los pozos derivaba, en buena parte, de que se mantuviera compactada y confinada entre capas de paja. Otras características derivaban de su propia función y uso: el tener que extraer la nieve del interior implicaba el que fueran accesibles con escaleras fijas o móviles, lo que implicaba la innecesariedad del brocal o pretil y, además, para asegurar un mejor aislamiento térmico del interior, las bóvedas de cubrición tendían a tener la mínima superficie para igualdad de área cubierta, lo que se lograba con perímetros redondos cubiertos con bóvedas de cierto espesor y bien construidas, con fábricas de ladrillo cuyo coeficiente de transmisión térmica es del orden de un 25% del que le corresponde a las fábricas de mampuestos y se hacían con formas peraltadas, en las zonas cálidas, como ocurre en Murcia, para que el aire interno ligeramente más recalentado y sin turbulencias, ascendiera a las partes altas y evitara o redujera así la velocidad del deshielo.

3.4. Sistema constructivo

Como en toda popular edificada la característica dominante fue la de utilizar sistemas constructivos muy simples que no implicaran el uso ni de materiales elaborados ni de procesos complejos (Vera Boti, 2003). De manera esquemática, se puede decir que una vez elegido el lugar donde se había de ejecutar el aljibe, siempre en una zona natural a la que confluían las aguas de escorrentía, se procedía a la excavación manual de la caja; se procuraba que el terreno fuera consistente para evitar desprendimientos en las superficies de corte, para evitar, son sólo los accidentes, sino los aterramientos de la zona excavada: los únicos instrumentos que se necesitaban eran el pico, la azada y el capazo.

Los materiales a emplear se elegían del lugar y normalmente consistían en mampuestos escasamente manipulados, piedra caliza, tierra, agua y madera inutilizable o leña. En una zona próxima al de la obra se hacía un horno de cal, excavando un poco el suelo y colocando la caliza sobre una hornilla cargada de leña y madera, dispuestas las piedras en tongadas con capas intermedia de madera y leña, de modo que quedaran entre ellas pasos para el fuego y los gases calientes, y todo el conjunto se cubría con una torta de barro en la que se dejaban bastantes respiraderos para la expulsión del anhídrido carbónico y humos de calcinación, por cuyo color se evaluaba el grado de la combustión. Al cabo de una semana, cuando había acabado la transformación del carbonato cálcico de la caliza en cal ($CaCO_3$ + calor → CaO + CO_2) el material perdía volumen y se producía el descenso del sombrero, o cúpula de barro, del orden de un tercio de su altura. Una vez enfriado el horno, se sacaba la piedra calcinada, o cal de bolo, y quedaba dispuesta para elaborar el conglomerante de la argamasa.

La cal de bolo seguidamente se apagaba bañándola con agua; entonces se hidrataba y convertía en hidróxido cálcico ($CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$), hecho que visualmente se traducían en el desmoronamiento de la piedra cocida, con desprendimiento de calor junto con vapor de agua vaporizada. Ese hidróxido, normalmente muy impuro, era la cal apagada, que amasada con arena o con tierra arenosa o con chinarro formaba una argamasa muy burda que se utilizaba como pasta para fijación de los mampuestos tanto en la fábrica vertical, como en las bóvedas y cúpulas.

El proceso descrito hasta ahora, era relativamente lento, precisando para su ejecución de una o dos semanas más de tiempo; mientras se ejecutaba se estaba procediendo a preparar la caja del aljibe, o a la apertura de las zanjas que iban a conformar las paredes perimetrales, en el caso de tierras poco coherentes, en cuyo caso el procedimiento se acercaría más al que describe Vitruvio en su tratado.

El vaciado, efectuado a brazo, terminaba con el perfilado bruto de fondos y laterales, e inmediatamente después comenzaba la ejecución de la fábrica. La primera tarea iba dirigida a ejecutar el fondo o culo del aljibe, con su poceta. Normalmente ese fondo e hacía con una tongada apretada de argamasa de cal y piedra, con un

espesor del orden de un octavo de la altura de la caja útil, dejando su cara superior con pendiente hacia un receptáculo, la poceta, a la que fluían los últimos restos de agua cuando el aljibe quedaba casi seco.

Figura 11. *Bóveda ejecutada con lajas de piedra sin desbastar colocadas en posición radial. Campo de Cartagena.*

Posteriormente se construían las paredes a base de mampuestos colocados por hiladas más o menos horizontales, recibidos con abundante argamasa en sus juntas, con el fin de que no quedaran huecos que posibilitaran las pérdidas de líquido, cuando el aljibe estuviera cargado.

Llegados a la coronación, que se dejaba enrasada, los operarios iniciaban la tarea más compleja: la ejecución del cierre superior mediante cúpula o bóveda. Se realizaban colocando en posición radial de los mampuestos más planos, previamente elegidos o levemente trabajados, para buscar unos rústicos planos de asiento, con argamasa en las juntas (Fig. 11). En uno u otro caso, y a pesar de que estas estructuras no eran muy grandes, se utilizaban cimbras muy simples de madera, o apeos temporales internos, que permitían ser desplazadas durante la ejecución y su retirada al final del trabajo. Como la cal es un conglomerante de «tiro» lento, la ejecución de estas bóvedas podía acarrear alguna dificultad, ya que la entrada en carga del material colocado se iniciaba antes de que las pastas hubieran fraguado. Hubo varios métodos para acelerar el fraguado de las cales: el más sencillo consistía en amasarla con yeso o con cal seca (para que «robara» el agua) o a recurrir a algunos procedimientos tan «curiosos» como de añadir orines[49] y hollín a la mezcla.

49 La urea de la orina reacciona con la cal formando ureato cálcico que solidifica enseguida.

Para el enlucido de los ambientes húmedos Vitruvio, al arquitecto romano de tiempos de Augusto, nos ha transmitido algunas noticias de interés en el Libro VII, relativas al macerado de la cal[50], al enlucido de bóvedas[51] y a los enlucidos de locales húmedos[52], sin embargo, al aspecto que más nos interesa ahora fue al final del Libro VIII donde dejó escritas las normas para la ejecución de pozos y cisternas. Señala que la obra se había de realizar con el *opus signinum*, cuya descripción, traducida, es la siguiente:

> «*Se preparará primeramente arena buena, lo más pura y áspera que sea posible; piedras de silex que no pesen más de una libra cada una; la cal lo más enérgica posible para la mezcla de la argamasa, que se compondrá de cinco partes de arena por dos de cal; se añaden a este mortero las piedras de silex, y con todo ello se irán levantando las paredes dentro de la misma zanja, las cuales serán tan hondas como haya de ser el aljibe, y se apisonarán con pisones ferrados. Apisonadas las paredes, vaciése la tierra en el espacio intermedio hasta el nivel más bajo de las paredes, y, una vez igualado, apisónese el suelo con los mismos materiales hasta darle el espesor requerido*»[53].

Terminada la fábrica bruta había que seguir con la fábrica fina que consistía en dotar al aljibe de un revestimiento interior que fuera impermeable. Con frecuencia se lograba revistiéndolo con una «acera» o enlucido grueso formado por mezcla fina de pasta de cal obtenida de los «bolos» más uniformes y blancos (los que tenían menos impurezas), con arena fina o tierra tamizada sin «chinas» a la que se añadía aceite de oliva[54]. En otras ocasiones se empleaba tierra ferruginosa o polvo de ladrillo[55], fácilmente detectables por el color rojizo de los revestimientos interiores (Fig. 12). Luego se procedía a la impermeabilización exterior mediante revocos de cal.

Las tareas finales iban dirigidas a construir el «brocal», a realizar la caja de decantación con sus tablachos y partidores, su conexión de vertido interno, y la preparación del entrono, excavando levemente el suelo para hacer la «cuneta» de recogida de las aguas a arrastre, para llevarlas hasta la caja, que normalmente era abierta con el fin de controlar fácilmente si los materiales decantados obstruían o no el conducto de llenado, y facilitar su limpieza.

---

50 Vitruvio Polionis, M.L.: *Los Diez Libros de Arquitectura*, Libro VII, cap. 2.

51 *Ibid*, L. VII, c. 3.

52 *Ibid*, L. VII. c. 4.

53 *Ibid*, L. VIII, c. 8.

54 Los ácidos grasos reaccionan con la cal de naturaleza básica, apareciendo una especie de jabón que tapona los poro.

55 Lo esencial de estos productos es la presencia de arcillas que tienen tendencia a convertir las cales en hidráulicas, acelerando, a su vez, el fraguado.

Figura 12. *Revestimiento externo (restaurado). El Escobar.*

3.5. Estructuras

Prácticamente los sistemas de cubrición fueron dos: la bóveda de cañón y la cúpula de casquete esférico rebajado, elegidas en función de la forma de la caja. Cuando ésta era cuadrado o rectangular se cubría con bóveda de cañón (y muy raramente con bóveda de arista, por razones de simplicidad constructiva), mientras que los aljibes de planta circular se cubrieron con cúpulas, tendentes a estar rebajadas.

En uno y otro caso hay que distinguir la zona elegida para su emplazamiento: cuando eran aljibes realizados para servicio familiar, situados dentro de un recinto construido, por razones de aprovechamiento, eran enterrados, en cuyo caso la cúpula o bóveda quedaba soterrada y así no interfería en el uso superficial de su entorno y con la finalidad de que no interfirieran demasiado sobre ellas las acciones de los muros de carga del edificio que los albergaba, solían tener un desarrollo pequeño en planta y mucha más profundidad, lo que explica la mayor frecuencia del tipo de aljibe en botella en estas ubicaciones.

Por el contrario, cuando el aljibe se ejecutada en campo abierto, los costos se reducían si la excavación era más superficial y por ello, las cubriciones dejaban sus extradoses emergentes en medio del territorio, pues así demás servían de hito de referencia fácil para su encuentro.

a) Bóvedas de cañón

Son más sencillas de construir que las bóvedas, aunque en su ejecución se precisa un poco más de materiales.

Como estructura portante es enormemente estable, ya que los contrarrestos los suministra directamente el terreno a través de la coronación de los muros sobre los que descansan las generatrices: como el empuje horizontal es tanto mayor cuanto más grande es la relación L/f (siendo L la luz o diámetro del cañón y f la flecha) enseguida se entiende que para directrices sensiblemente semicirculares ese valor es del orden de 0'5 y, por tanto, el empuje quedaba controlado siempre que la carga de la propia bóveda también lo estuviera y como los grosores de esos cañones eran más o menos del orden de 2 a 3 palmos, siempre se lograban estructuras estables por mal construidas que estuvieran, ya que hoy sabemos que las fuerzas internas iban a resultar proporcionales a los espesores y como las tensiones unitarias son las resultantes del cociente entre esas fuerzas y las secciones donde actúan, a nivel indicativo se puede decir que conducían a tensiones de trabajo constantes.

b) Cúpulas de casquete

Las reacciones centrípetas que ocasiona el borde de la cúpula son uniformes y la doble curvatura del casquete aminora las tensiones internas de trabajo, por tanto todo lo dicho para las bóvedas de cañón se ve ahora favorecido por la forma que adquiere la cubrición (Fig. 13). Desde el siglo XIX se sabe que las bóvedas semiesféricas presentan todos sus puntos comprimidos por encima del cono vertical con

Figura 13. *Cúpula de casquete. Cuevas de Reillo.*

ángulo de abertura de unos 38º, lo que es los mismo que decir, que en su borde más bajo pueden aparecer tracciones y que, por consiguiente, la cúpula si no está bien zunchada se puede fisurar. Bien sea como consecuencia de reducir la superficie de cierre o bien sea por la experiencia acumulada que en construcción han dado los ensayos de acierto/error, lo que si encontramos con mucha frecuencia tendencia a que el peralte de las cúpulas de aljibe sea del orden descrito, es decir, del orden de un tercio de su diámetro.

c) Los brocales

Una zona crítica, desde el punto de vista estructural, en las bóvedas de los aljibes, es la de ruptura de la plementería para dar paso a los brocales. En los aljibes externos hechos en suelo rural, casi invariablemente los brocales son de planta sensiblemente cuadrada, lo que implica que el corte en las bóvedas ocasione «puntos angulosos» en los que se producen concentraciones de tensiones locales. Como en casi ningún caso las bóvedas construidas lo fueron con espesores estrictos, estas tensiones secundarias alcanzan valores pocos significativos y pocas veces encontramos que en esas zonas se haya iniciado el colapso de sus estructuras. Por el contrario, en las cúpulas de los aljibes de botella, el cuello enlaza con el brocal por el ápice de aquella y con planta circular, como en un frustado *opaion* clásico, en cuyo caso las tensiones locales aparecidas son simétricas y radiales, sin problemas añadidos a la estabilidad del cascarón (Figura 14).

Figura 14. *Brocal redondo sobre aljibe saliente (infrecuente). La Murta-El Escobar.*

d) Arqueta de decantación

Las arquetas de decantación de los aljibes del Campo de Cartagena son habitualmente muy simples, constituida por una poceta intercalada en el recorrido del agua, previa a la descarga, en la que se depositaba todo el material sólido pesado que arrastraba el fluido, con un boquete que se podía cerrar con un tapón que solía estar hecho por un taco grueso de madera envuelto en un trozo de saco de yute (Fig. 15).

Figura 15. *Poceta de decantación. Casa Nuevas.*

e) Cuneta

Toda la vertiente de las escorrentías naturales conducía el agua a las zonas de menor cota, en las que de una manera burda, se dejaba abierta una cuneta escasamente trabajada y sin ningún tipo de aparejo, hecha para favorecer la conducción del agua hasta la arqueta de decantación, aunque, a veces, en el última tramo se podía hacer una canaleta de fábrica, previa a su conexión con la arqueta de decantación (Figuras 16, 17, 18).

Figura 16. *La cuneta (impronta). En el Escobar.*

Figura 17. *Canaleta y su acometida a la arqueta de decantación (hoy ciega). Casa del Agua. Fuente Álamo.*

Figura 18. *Canaleta, de fábrica en seco, en su acometida a la arqueta de decantación. Campo de Cartagena.*

3.6. Mantenimiento

Si importante era mantener sin pérdidas el agua almacenada, aun más lo era el que conservara unas mínimas condiciones de potabilidad. El agua estancada se corrompe fácilmente por el desarrollo de agentes patógenos de naturaleza muy diversa, muchos de los cuales precisan de la presencia de la luz para su desarrollo (las algas, por ejemplo) y temperaturas dentro de ciertos umbrales de variabilidad.

El problema 'aparente' que más molestaba era la aparición de larvas de mosquito, los gusarapos, cuyo crecimiento y desarrollo coincide con la presencia de materia orgánica en el agua, de acidez y temperaturas adecuadas y de la presencia de vías de penetración de los insectos adultos. Las vías de penetración y la oscuridad se lograba con el cierre de los brocales con puertas ciegas y para mantener limitado el desarrollo de otros agentes era frecuente añadir después de cada recarga del aljibe y en primavera o verano, de varios terrones de cal apagada. Esta cal, o sea, el óxido de calcio, se hidrataba y disolvía formando hidróxido, una base, como hemos dicho, que modificaba la acidez del agua en inicio de corrupción, subiendo su pH, y lo que es más importante, disminuyendo la tensión superficial de la membrana o cara visible del agua.

Una pequeña adición de cal es suficiente para producir los cambios señalados con eficacia biocida, sobre todo basada en el hecho, hoy conocido, de que al disminuir la tensión superficial, las respiración durante las dos primeras fase metamórficas

de los mosquitos se veía impedida, al no poder adherir sus trompas y conos a la membrana, con lo que se impedía la captación de oxígeno del aire. Sin embargo, el método tenía una corta eficacia ya que el hidróxido en contacto con el CO_2 del aire se carbonata y en forma de pequeños grumos se deposita en el fondo, por lo que precisaba de frecuentes reposiciones.

En los tratadistas antiguos encontramos algunas normas para mantener el olor y sabor de las aguas almacenadas en estas reservas. Recordemos, como ejemplo, lo que se lee en los ***Veintiún libros de los ingenios y las máquinas***, atribuido unas veces a Juanelo Turriano y otras a Pedro Juan de Lastanosa[56]:

> «*para conservar fresca el agua de verano, el agua con que se amassa* [la pasta o argamasa] *es hecha con diversas semillas o simientas; se hazen tomarse rayzes de olmo y rayzes de regaliza o de alcaçuce o palo dulce, tómase criando fiñogo, amto, granos de enebro de los negros de los que huelen bien y házense cozer todas estas simientes con las rayzes y después de aver haervido y con esta agua, se amasa la cal y la escoria del hierro y se pone en lugar de arena, y con esta van lavando toda la cisterna por dentro de modo que con esta materia se da muy buen olor al agua y se tiene fresca y la conserva que no se corrompa y si en esta decocción se le pusiere dentro nueçes moscadas, canela y otras cosas semejantes, flor de maçis, granos de paraíso, galangges, zoroadrias y otras cosas desta calidad aromática, como genggivre, clavillos de gilofe, porque estas cosas quitan la aspereza de la calcina*».[57]

Este tipo de fórmulas no se aplicaban más que en los aljibes y cisternas de las grandes residencias señoriales ya que suponían unos costos añadidos periódicos que de ninguna manera se usaban en ambientes rurales.

Mucho más frecuente fue el utilizar filtros de arena, más o menos complejos, como los que describe el propio Lastanosa, o las soluciones altamente sofisticadas que se emplearon en los llamados *Pozzi* de Venecia hasta inicios del siglo XX[58].

3.7. Extracción

Los aljibes más frecuentes de nuestra región, son de volúmenes reducidos (rara vez superan los 50 m^3), y no muy alejados unos de otros. Son dos indicadores de que su uso estaba más ligado al mundo agropecuario que al agrícola, hecho del que

56 Hoy se asigna esta obra a P. J. Lastanosa, cuyo manuscrito ms 3372-3376 de la Biblioteca Nacional de Madrid, fue publicado por García de Diego (Madrid 1983). Cf. García Tapia, N.: *Pedro Juan de Lastanosa. El autor aragonés de los» Ventiún libros de los ingenios»*, Huesca 1990.

57 *Ibid*, Libro X, f. 183 v.

58 Cf. Vera Botí, A.: *Elucidario. Arquitectura del Renacimiento*, Murcia 2004, s/v. *Aljibe* y *Pozo*.

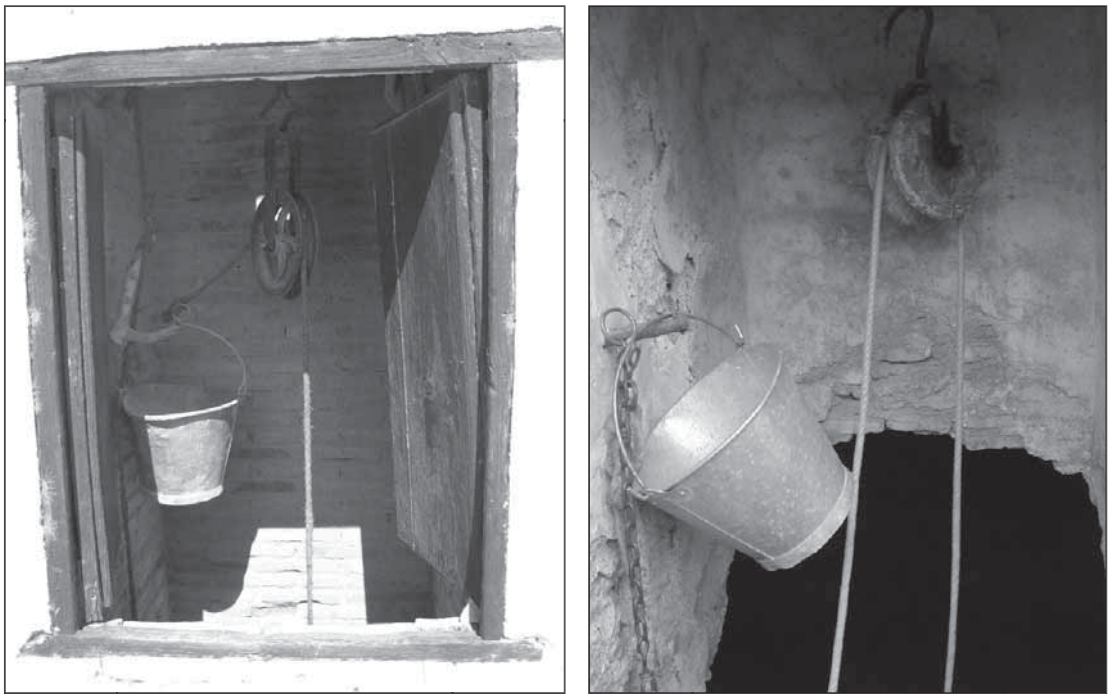

Figura 19. *Elementos del sistema de extracción: Carrucha metálica y con roldana de madera. Casas Nuevas-La Tercia.*

es prueba añadida, la ausencia generalizada de sistemas mecanizados de extracción (norias, molinos, bombas de émbolo, etc.) y que casi siempre fuera la polea (la máquina tractora de acción individual) la utilizada, que difícilmente puede suministrar flujos superiores al metro cúbico a la hora, magnitud que es concordante con los volúmenes totales antes señalados (Fig. 19).

4. PROBLEMAS HISTÓRICOS DE LOS ALJIBES O CISTERNAS

Comencemos por destacar que en una publicación de *La Verdad Digital* colgada enteramente de Internet sobre el Aguas en la Región de Murcia ni se habla de «aljibes» o cisternas[59], por lo que en el momento actual es un tema obsoleto y abandonado. Sin duda porque hoy las cosas se plantean con perspectivas distintas y en principio más rentables y menos difíciles y peligrosas para la salud.

Si miramos hacia atrás contemplamos una serie de notas que forman parte del complejo de uso y derechos del agua que conviene no olvidar. Así por ejemplo en la enciclopedia de lengua española más conocida[60] el artículo dedicado a la voz «aljibe» está lleno de resonancias jurídicas. Así leemos:

59 *Murcia y el agua. Historia de una pasión,* Dirigido por Pascual Vera y con colaboración de varios expertos: [http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/] consultada el día 22 de abril del 2007.

60 *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, IV, p. 760.

«El dueño del predio donde caen las aguas pluviales puede libremente construir aljibes para recogerlas, siempre que con ello no cause perjuicio al público ni a tercero.

«Para la construcción de aljibes en terrenos de dominio público se p recisa autorización del ayuntamiento del término en que están enclavados. El ayuntamiento dará cuenta de la autorización al Gobernador. Si aquél denegara la autorización se podrá recurrir en alzada ante el segundo, quien resolverá en definitiva (Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, art. 1 y 3).

5. PROBLEMAS SANITARIOS DEL CONSUMO DEL AGUA DE ALJIBE

Con el paso del tiempo las cisternas han ido poco a poco considerándose como un modo de alimentación bastante imperfecto, ya que implican un estancamiento del agua[61]. Para responder de manera satisfactoria a las necesidades del consumo doméstico sería necesario que estuvieran construidas con gran cuidado y mantenidas de un modo muy cuidadoso y propio. Si no se consigue evitar que las primeras aguas de lluvia entren en la cisterna todo el fondo se llena de la suciedad que tales primeras aguas arrastran inevitablemente. Solo han de recogerse las aguas subsiguientes que ya serán relativamente puras. Luego hay que conseguir que el recipiente con el que se extrae el agua que se coge de la cisterna no toque el fondo, ya que de otro modo agitaría todas las impurezas sedimentadas, del mismo modo que tampoco debe coger el agua mas alta porque también cogería las impurezas que flotan. Por todo ello hay que tener la cisterna muy limpia mediante limpiezas constantes y periódicas, pues si no se formarán depósitos de materias orgánicas y otras que puestas en movimiento con cada turbación del agua ya sea de agua que entra como de la que se extrae, entran en putrefacción y no tardan en comunicar al líquido un sabor sui generis, que es el sabor del agua corrompida. Esta es la razón por la que se ha dado esa tendencia a excluir modernamente el agua de cisterna en la alimentación humana e incluso para otros usos

Y en los casos en que si sigue usando se adapta a las cisternas o aljibes un sistema de filtración que tiene diversas versiones, alguna empleada en Venecia y otras en Estados Unidos.

6. CONCLUSIONES

El agua es un recurso básico para la vida y, por lo tanto, un condicionante de primer orden para la sostenibilidad de los asentamientos de población rural, de la actividad agrícola y ganadera y de los ecosistemas. La escasez de recursos hídricos que registraba y registra el Sureste peninsular y el Campo de Cartagena recomienda cuidar los

61 BECHMANN, G., «Citerne», *La Grande Encyclopedie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts*. Sous la direction de BERTHELOT, etc., Tome IX, Paris, p. 404.

sistemas de aprovechamiento de un recurso vital y escaso como es el agua. Validez de los conocimientos tradicionales, sostenibles en el uso de la naturaleza y sus recursos, basados en la sabiduría popular y cultural, en la captación, almacenaje y uso del agua, compatibles con la utilización de técnicas modernas. Por razones de adaptación a la aridez y a las sequías, por el valor cultural que encierran los aljibes como sistemas de captación, conservación y uso del agua de lluvia y escorrentías que generan, estas construcciones hidráulicas deberían ser restauradas, cuidadas y utilizadas y ser complementarias con los nuevos sistemas de captación y suministro de agua. Sería un buen legado para las generaciones futuras que tienen que vivir bajo condiciones semiáridas que, a causa del cambio climático, probablemente tengan que afrontar condiciones de tensión hídrica más acusada de la que en la actualidad se produce.

7. REFERENCIAS

GILMAN, A; THORNES, J., 1986: *Land-Use and prehistory in South-East Spain.* G. Allen & Unwin, London.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007*: *The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.* WMO, UNEP. Geneve, Switzerland: 21 pp.

LAUREANO, P., 2005: *Atlas de agua. Los conocimientos tradicionales para combatir la desertificación.* UNESCO. IPOGEA, Matera, 439 pp. Italy.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 2006: El medio físico en la cuenca mediterránea: un mundo lleno de contrastes. En M.Parra Lledó (Dirección): *Contrastes naturales en la Región Bioclimática del Mediterráneo*. Museo de la Ciencia y el Agua. Ayuntamiento de Murcia. Murcia: 15-27.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; Calvo Garcia-Tornel, F.; Morales Gil, A., 1986: *Geografia de la Región de Murcia.* Ketres Editora. Barcelona, 283 pp.

MMA (Ministerio de Medio Ambiente), 2007: *Informe de progreso de la primera fase del proyecto de generación de escenarios regionalizados de cambio climático*. Secretaria General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid: 17 pp.

VERA BOTÍ, A. 2003: *La conservación del patrimonio arquitectónico. Técnicas*, Murcia. caps. III, V y XIII básicamente. Para más detalles sobre materiales de uso tradicional y sistemas constructivos que los empleaban a que hace referencia este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV.: *Dictonnaire des Antiquités grecques et romaines*, (bajo direcc. de Ch. Daremberg y E. Saglio), París s/d, E. Guillaume s/v. *Cisterna*, pp. 1208-11.

AA. VV.: *El Agua en zonas áridas: Arqueología e Historia*. I Coloquio de Historia y Medio Físico, Granada 1989.

AA. VV.: *Enciclopedia italiana di scienze, lettere ed arti*, Roma 1950, s/v *Serbatoio*, vol. XXXI, pp. 412-4.

AA. VV.: *Enciclopedia Italiana*, Roma 1949, Gastone degli Alberti s/v. *Cisterna*, vol X. pp. 453-4.

AA. VV.: *Las neveras y artesanía del hielo: la protección de un patrimonio etnográfico en Europa*, Zaragoza 2001.

AA.VV.: *Bizkaiko elurzuloak*, Bilbao 1944.

AA.VV.: *Il pozzo romano di Cattolica e i pozzi dell'Emilia-Romagna in antico*. Catálogo, Catolica 1988.

AA.VV.: *L'homme et l'eau en méditarranée et au proche orient,* Lyon 1981-82.

ALLIAN, Charles: «*Les cisternes et les margelles de Sidi-bon-Othman*», en 'Hesperides', 38, 1951.

ALMERICH, Juan Manuel y VICENT, Salvador: *Els pous de Torrent*, Torrent 2003.

AMER SASTRE, Arnau y SEGURA CORTÉS, Pere: *Les cases de neu: les construccions de paret seca per a la recollida de neu a Mallorca*, Manacor 1996.

AMIGÓ ANGLÉS, Ramón: *Nevers pre-industrials (pous de neu) al Camp de Tarragona*, Reus 1987.

AMIGÓ, Ramon: *El tràfic amb el fred al camp de Tarragona (segles XVI-XIX)*, Barcelona 2002.

ANÓNIMO: *Raccolta delle vere da pozzo (marmi pluteali) in Venezia*, Venecia 1889.

AUDOY: «*Mémoire sur la poussée des voûtes en berceau*», en 'Memorial de l'Officier de Génie', [París] 1820, n. I, 4, pp. 1-96.

BOISTARD, Louis-Charles: «*Experience sur la stabilitè des voûtes*», en 'Recueil de divers mémoire', París 1810, pp. 171-217.

BORGNIS, J. A.: *Traitè élémentaire de construction appliqué a l'architecture civile*, París 1838.

BUGNO RANIER, Maria: *I pozzi veneziani,* Venecia 1981.

CARO BAROJA, Julio: «*Norias, azudes y aceñas*», en Rev. De Dialectolgía y Tradiciones populares, T. X, 1954.

CELLIN, Georges: *«La noire moracaine*», en Hesperides 14-15, 1932.

CONTRERAS, Francisco: *Brocales de pozos árabes y mudéjares*, Madrid 1874.

COSTA, Cesare: *Notizie sui pozzi modenesi*. Comunicación a la R. Accad. di scienze, lettere ed arti, Modena 1868

COSTANTINI, M.: *L'acqua di Venezia. L'approvvigionamento idrico della Serenissima*, Venecia 1984.

COULOMB, Charles Augustin: «*Essai sur une application des régles de maximis et minimis à qualches problémes de statique relatifs a l'architecture»*, en 'Mémoires de Mathématique et de Physique', París 1773, 7, pp. 343-82.

COUPLET, P.: «*De la poussèe des voûtes*», en 'Mémoire de l'Académie R. de Sciences de Paris', París I: 1729 y II: 1730, pp. 79-117 (I), 117-141 (II).

CRUZ OROSCO, Jorge y SEGURA I MARTÍ, José María: *El comercio de la nieve en las tierras valencianas*, Valencia 1996.

DELLA ROSA, Franco: *Le cisterne romane di Amelia e dintorni*, Amelia 1982.

DELLA ROSA, Franco: *Restauro e accesibilità delle cisterne romane romane e di piazza G. Matteotti*, Amelia 1996.

DEVOTI, Luigi: *Cisterne del periodo romano nel Tuscolano*, Frascati 1978.

GILE, E.: «*Le moulin a eau. Une revolution technique medievale*», en Technique el civilisation, XII, v. III, 1954.

GÓMEZ MORENO, Pedro: *Los pozos del Sahara español e hipótesis de su construcción*, Madrid 1945.

GONZÁLEZ BLANCO, Antonino, et alt.: *Los pozos de nieve (neveras) de la Rioja*, Zaragoza 1980.

GONZÁLEZ GARRIDO, María del Castillo et alt.: *Los pozos de nieve*, Univ. Popular 2001.

HEYMAN, Jacques: *The Stone Skeleton. Structural Engineering of Masonry Architecture*, Cambridge 1995.

HUERTA FERNÁNDEZ, Santiago: *Arcos, bóvedas y cúpulas*, Madrid 2004.

JUANELO TURRIANO (pseudo): *Los veintiun libros de los ingenios y las máquinas*, s. XVI, ed. Madrid 1983.

LÓPEZ CORDERO, Juan Antonio: *Nieve y neveros en la provincia de Jaén*, Jaén 2004.

LÓPEZ MEGÍAS, Francisco y ORTIZ LÓPEZ, María Jesús: *Pozos de nieve, Arqueología del frío industrial*, Fuente Álamo 1992.

MATALLANA VENTURA, Santiago: *El agua en el campo: albercas, cisternas y otros depósitos*, Madrid 1949.

MESEGUER FOLCH, Vicente: *Los aljibes rurales de Benicarló*, Benicarló 1985.

MIRANDA CALDERIN, Salvador: *Los pozos de nieve de Tenerife: estudio histórico y geográfico de la explotación de la nieve en la isla de Tenerife. Siglos XVIII y XIX*, Las Palmas 2003.

MIRANDA CALDERÍN, Salvador: *Los pozos de nieve el Gran Canaria: estudio histórico y geográfico de la explotación de la nieve en la isla de Gran Canaria: Siglos XVII, XVIII y XIX*, Las Palmas 2005.

MUÑOZ MUÑOZ, J. A.: «*Cultura del agua. Aprovechamiento hidráulico integral en un entorno tradicional de extrema aridez. Campo de Níjar (Almería)*» en Narria 89 a 92, Madrid 2001.

MUÑOZ MUÑOZ, J. A.: «*El aljibe almeriense*» en Foco Sur 53, Almería 2001.

MURATORI, Santi: *La cisterna del chiostro francescano*, s/l, h. 1915.

NAVARRO, Isidora: *El tesoro del cielo: aljibes del Altiplano jumillano*, (Exposición), Jumilla 2002.

ORDINAS MARCÉ, Gabriel: *Els pous comuns del Raiguer,* Palma de Mallorca, 2000.

ORIHUELA UZAL, Antonio y VILCHES VILCHES, Carlos: *Aljibes públicos de la Granada islámica*, Granada 1991.

PASQUINUCCI, Marianella: *Le grandi cisterne romane di Fermo,* Agnano Pisano 1995.

PAVÓN MALDONADO, Basilio: *Tratado de Arquitectura hispano-musulmana, I. Agua*, Parte I: Aljibes.Madrid 1990.

PERARNAU I LLORENS, Jaume: *El pous de glaç de la comarca de Bafes: assaig d'interpretació i localització*, Manresa 1992.

PÉREZ COSSÍO, Leandro: *Cómo se hace un pozo*, Calpe 1922.

PLANAT, P.: *L'art de bâtir*. Vol. 3, *Voûtes en maçonnerie*, París 1887.

POSAC MON, Carlos: «*Brocales de pozo en Ceuta*», en Hespérides-Tamuda, III, 1962.

RAMIERI, Anna Maria: *La cisterna romana in via Cristoforo Colombo*, Roma 1992.

RIZZI, Alberto: *Vera da pozzo di Venezia: i puteali pubblici di Venerzia e della sua laguna*, Venecia h. 1981.

ROSA, Ginés: *Los pozos de nieve en Sierra Espuña: El comercio de la nieve en el Reino de Murcia, Siglos XVI-XX*, Murcia 2002.

SCHIOLER, Th.: «*Las norias ibicencas*», en Rev. De Dialectología y tradiciones populares, IX, 1944.

SERRA I VILA, Mireia: *Els pous de glaç d'Avencó*, Aiguafreda 1997.

SERRA RODRÍGUEZ, Joan Joseph: *Inventari del patrimoni hidràulique de les Pitiüses: inventari de pous i fonts d'Elvissa: municipis de Sant Joan de Lebritja i Santa Eulària des Riu*, Ibiza 2005.

SERRA RODRÍGUEZ, Joan Joseph: *Inventari del patrimoni hidràulique de les Pitiüses: inventari de pous i fonts d'Elvissa: municipis de Sant Joseph de sa Talaia i Sant Antoni de Portmany*, Ibiza 2005.

VALLCANERAS, Luis: *Les cases de neu i els seus itineraris*, Mallorca 2002.

VELASCO, Andrés de: *Parecer jurídico y político sobre la administración de los nuevos Pozos de nieve en la villa de Constantina ha beneficio de Sevilla, para el abasto de sus vecinos...*, s/l, 1692.

VERA BOTÍ, Alfredo: *Elucidario. Arquitectura del Renacimiento,* Murcia 2004, s/v. *Aljibe, Cisterna, Pozo.*

VICEDO MARTÍNEZ, Manuel y RAMÍREZ GOSÁLVEZ, Jaime: *Guía de los pozos de nieve de la provincia de Alicante*, Alicante 2004.

VICENS, Joseph e IBÁÑEZ, Joan: *Els dipòsits de la memòria: vides i historia de les cisternes de Girona*, Gerona 2005.

VILAR, Juan Bautista e INIESTA MAGÁN, José: *Nota sobre la ampliación de un pozo mudéjar en Murcia en 1748*, Alicante 1996.

VILCHES VILCHES, Carlos: «*Aljibes públicos de la Granada musulmana*» en Actas Congreso Arqueología medieval española, v. III, 1966.