

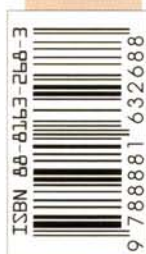
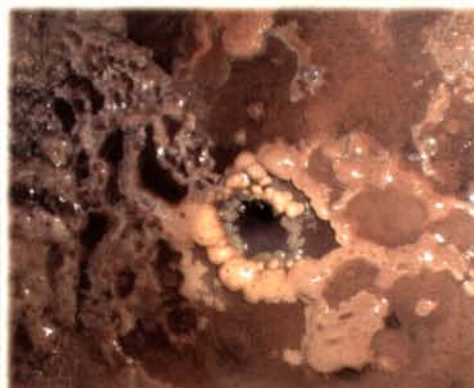
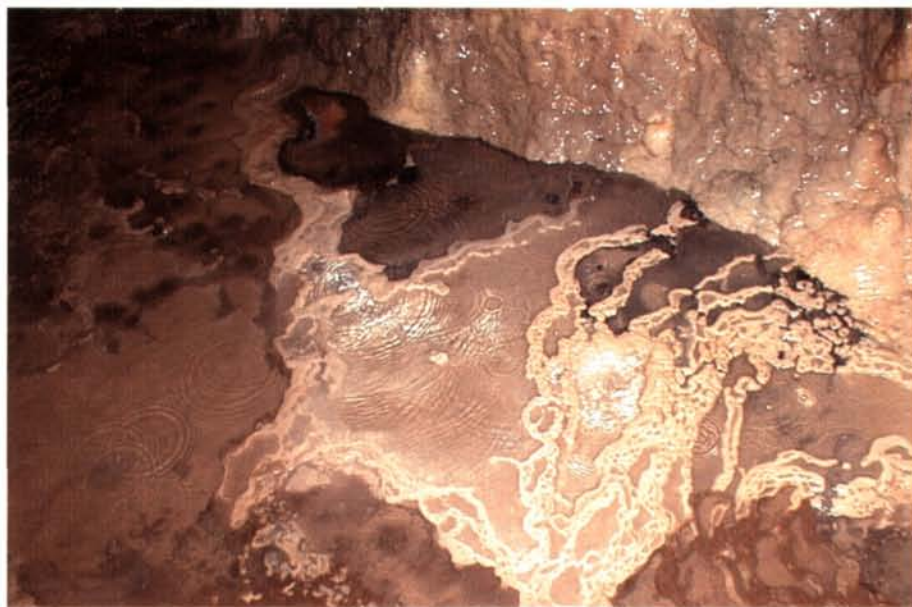


**SOCIETÀ
SPELEOLOGICA
ITALIANA**

**COMMISSIONE
NAZIONALE
CAVITÀ
ARTIFICIALI**

OPERA IPOGEA

Alla scoperta delle antiche opere sotterranee



2001

2

OPERE IDRAULICHE

**Acqua, acquedotti e qanât
Fonte Santa Lucia ad Urbino**

OPERE CIVILI

**Santu Lemu: la chiesa nella caverna
(Cagliari)**

Acqua, acquedotti e qanât ¹

Vittorio Castellani

Università di Pisa
vittorio.castellani@rdn.it



Abstract

The paper revisits the evidences for the diffusion all around the world of the technique of extracting water from the ground water table by means of the tunnels widely known under the arabic name of "qanât". The first part approaches the problem of the often advanced analogy between qanât and underground aqueducts in the ancient Graeco-Roman world, sketching a short history of the latter and making clear the large differences between the two quoted techniques. After discussing the diffusion of qanât (karez) in present Iran, the occurrence of similar structures in northern arid or semiarid regions is presented, giving some details on the major concentrations of qanât from West (Morocco, Algeria, Libya, Egypt) to the far East (Afghanistan, China). Evidences for the occurrence of preislamic qanâts in Libya are reported, together with a case for roman qanâts from the Egyptian oasis of Kharga. A short discussion on the evolution of hydraulic tunnels in the ancient world closes the paper.

Premessa.

Il fatto stesso che la più antica preistoria abbia come oggetto "l'uomo delle caverne" mostra come l'umanità sin dai suoi albori abbia avuto domestichezza con il sottosuolo e gli ambienti ipogei. I tanti animali che ancor oggi scavano le loro tane nel terreno dimostrano inoltre, in linea di principio, che la costruzione di ambienti artificiali sotterranei non solo non è prerogativa dell'uomo ma anche che nelle sue forme elementari può essere ben difficilmente datata. In questa introduzione ci interesseremo dunque degli ipogei artificiali solo quando raggiungano uno sviluppo che li distingua nettamente dal semplice vano posto in comunicazione con l'esterno, sia esso riparo, tomba o assolvere a qualsivoglia altra funzione.

In tale contesto appare largamente plausibile che inizialmente l'uomo sia stato condotto nel sottosuolo dalla ricerca dell'acqua e dei minerali, motivazioni che ancora a distanza di molti millenni ci inducono a traforare variamente la terra. Anche gli inizi di

tali attività risalgono ad una remotissima antichità. Gli aborigeni australiani, ad un livello di sviluppo paragonabile al paleolitico europeo, già scavavano profonde gallerie per la ricerca di acqua e miniere per l'estrazione della selce sono note per lo meno a partire dal primo neolitico. Sarebbe dunque probabilmente impresa vana indagare sull'origine dello scavare nel sottosuolo. Possiamo e dobbiamo invece porre attenzione a quelle manifestazioni che, marcando il progresso delle innovazioni tecnologiche, ci portano testimonianze dello sviluppo di tale "costruire nel sottosuolo".

Ma anche con tale posizione non appare facile districare dalle molte e frammentarie testimonianze sinora raccolte un filo di acquisizioni lineari e coerenti, ammesso che esso esista. Nel seguito tenteremo di riassumere l'attuale quadro conoscitivo per ciò che riguarda una tra le maggiori tipologie sotterranee, quella cioè riguardante il trasporto delle acque. Muovendoci dal noto ver-

so l'ignoto, ricordiamo innanzitutto che il grandioso e capillare sviluppo dei condotti idraulici sotterranei dell'antica Roma prende le mosse dal primo acquedotto condotto nell'urbe, l'Aqua Appia, attorno al 300 a.C. Gran parte di tali opere attende ancora di essere identificata e, ancor più, studiata e analizzata nelle modalità progettuali ed esecutive². Quel che però qui ci interessa è che "a monte" dell'idraulica romana esiste tutto un "corpus" di condotti sotterranei che marca il progresso di tali tecniche nel mondo antico.

Nei pressi della stessa Roma il sistema di acquedotti di Ponte Terra³ e l'emissario sotterraneo del lago di Nemi⁴ testimoniano la presenza di opere pre-romane, nel caso di Nemi risalenti probabilmente almeno al V secolo a.C. Ma nell'ambito del mondo mediterraneo esistono esempi ancor più antichi. Tali gli acquedotti di Atene che risalgono al VI secolo⁵, l'acquedotto dell'isola greca di Samo anch'esso del VI secolo⁶ o il condotto fatto scavare dal re Ezechia per condurre a Gerusalemme l'acqua della fonte di Siloe⁷, con il quale si risale sino al periodo a cavallo tra VII e VIII secolo a.C. In Grecia, nel bacino chiuso di Copaide, troviamo peraltro i resti di una imponente opera di drenaggio sotterranea che, secondo gli studiosi della zona, risalirebbe alla fine del II millennio⁸. Per ciò che riguarda la tecnica costruttiva, si trovano abbondanti testimonianze sia per la tecnica di avanzamento in scavo cieco, con l'incontro finale tra i due opposti cunicoli, sia per lo scavo del condotto a partire dalla base di una serie di pozzi opportunamente scaglionati lungo il previsto percorso. Quest'ultima tecnica è in genere la preferita quando il condotto si sviluppi a non eccessiva profondità nel sottosuolo. Fa eccezione il già citato esattore del bacino di Copaide, abbandonato in fase di realizzazione, ma per il quale erano già stati approntati pozzi che raggiungono una profondità di oltre 80 metri, evidenza che suggerisce fortemente che la tecnica di scavo cieco sia innovazione successiva a quella dei pozzi e nel contempo supporta la grande antichità di quell'opera.

In tempi relativamente recenti in Italia ha avuto un certo seguito l'opinione che vede all'origine della tecnica dei pozzi gli analoghi condotti utilizzati da lunghissimo tempo in molte regioni aride o semiaride per emungere le acque di falda e che vedono il loro massimo sviluppo nel territorio dell'antica Persia. Tali condotti, variamente denominati a seconda delle regioni⁹, in letteratura vengono generalmente indicati con il termine arabo *qanât* (o *qnât*) o, talora, con il corrispondente persiano *karez*. È peraltro subito da notare come all'analogia delle strutture corrispondano principi progettuali ed esecutivi sostanzialmente diversi. Il *qanât* è un condotto sotterraneo che viene progressivamente spinto dal punto previsto di sbocco verso un vicino rilievo, sino a raggiungere la base di un pozzo (detto pozzo *madre* del *qanât*) con cui si è preventivamente verificata l'esistenza di una falda acquifera; nel corso di tale scavo vengono regolarmente intervallati pozzi di collegamento con la superficie per l'aerazione del condotto e per un più immediato accesso alla prosecuzione dello scavo.

I condotti greci e romani ubbidiscono a logiche affatto diverse. Da un punto di vista funzionale sono rivolti non all'emungimento delle acque di falda ma solo al trasporto di acque, siano esse sorgive o fluviali. La tecnica costruttiva prevede inoltre lo scavo preventivo dei pozzi e la successiva esecuzione del condotto a partire dal fondo di questi. Come conseguenza, si ha che il *qanât* richiede tipicamente l'impiego di un unico scavatore che risale progressivamente verso il pozzo madre, mentre lo scavo degli acquedotti può essere organizzato con diverse squadre contemporaneamente al lavoro per lo scavo dei pozzi prima, e per l'esecuzione del condotto terminale dopo, con enorme risparmio sui tempi di esecuzione. L'analogia tra *qanât* e acquedotti appare dunque largamente marginale, e mal si comprende come talora vengano frettolosamente indicati come *qanât* condotti caratterizzati solo dalla presenza di una serie di pozzi.

In tale contesto, appare opportuno fare il

punto su quanto oggi si conosce riguardo ai qanât, così da agevolare il giudizio su quanto e come la storia dei qanât possa intrecciarsi con quella degli acquedotti.

Qanât-karez in Persia.

Si è già ricordata la abbondante presenza di qanât in Iran, il cuore dell'antico impero persiano, che non a caso viene da molti ritenuta la patria di origine di tali strutture sotterranee. Per dare un'idea quantitativa di tale abbondanza basterà ricordare come nel 1981 vi siano stati censiti 18.400 karez attivi, per un totale di circa 80.000 chilometri di condotti sotterranei e un gettito di acque valutabile dell'ordine di 239.000 litri/sec.¹⁰

È necessario al riguardo notare come un karez si sviluppi tipicamente all'interno di sedimenti pedemontani, risultandone una struttura tutt'altro che solida. Come conseguenza i condotti richiedono in genere una continua manutenzione e non di rado crolli del condotto sono aggirati con lo scavo di nuovi by-pass. Più in generale la prospezione aerea di regioni fornite di karez rivelano sempre l'abbondante presenza di condotti abbandonati ed in disuso, segnalati dalla sequenza di monticelli alla bocca dei vecchi pozzi¹¹. Gli 80.000 chilometri di condotto sopra segnalati devono quindi essere riguardati come una frazione minimale dell'opera condotta sin da tempi antichissimi nella regione. A partire dal secondo dopoguerra, la generalizzata diffusione del pompaggio elettrico, qui come in altre regioni del globo, ha portato inoltre a sostanziali abbassamenti delle falde e, conseguentemente, all'abbandono di molti karez. Nel 1963 nel solo Iran erano stati censiti 62.000 karez, dei quali 46.303 attivi!¹²

L'origine di tali strutture viene talora attribuita al III millennio. Non è peraltro chiaro, almeno a chi scrive, su quali evidenze si appoggi tale ripetuta affermazione e, di conseguenza, quanto sia solida tale attribuzione. Nella letteratura a mia conoscenza trovo solamente che il qanât che alimentava Irbil in Persia risalirebbe alla fine del VII

secolo a.C.¹³. Riprenderemo nel seguito l'argomento della datazione, nel quadro di una discussione finale sulla origine e diffusione di tali opere, limitandoci per il momento ad una descrizione dell'esistente. La figura 1 riporta una mappa della distribuzione dei più rilevanti sistemi di karez attualmente esistenti in Iran. È facile osservare come tali sistemi siano diffusi su gran parte del territorio, distribuendosi lungo le pendici dei rilievi da cui estraggono l'acqua di falda necessaria alle coltivazioni. Qui, come nelle altre figure che seguiranno, la scala del territorio è facilmente ricavabile osservando che la distanza di 5 o 10 gradi tra i paralleli riportati corrisponde sul terreno a distanze dell'ordine di 550 o 1.100 chilometri, rispettivamente.

La fig.2 riporta l'istogramma della distribuzione percentuale delle lunghezze in un campione di oltre 2.000 karez iraniani¹⁴. Si vede come la maggioranza dei condotti non superi la lunghezza di pochi chilometri, con esemplari che peraltro raggiungono quasi 30 chilometri. Nel caso dei condotti più lunghi è peraltro probabile che a tale lunghezza abbiano sostanzialmente contribuito progressivi allungamenti del tunnel che sovente si rendono necessari a causa dell'abbassamento della falda, causata anche dal solo drenaggio del tunnel. In un caso (villaggio

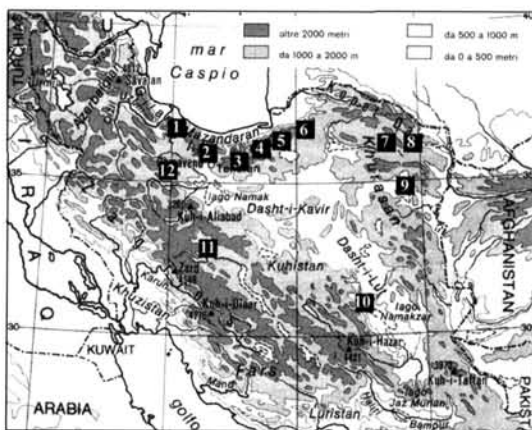


Fig.1: Distribuzione in Iran dei più rilevanti sistemi di Karez: 1 Ghazvin, 2 Teheran, 3 Garmsar, 4 Semnan, 5 Damghan, 6 Shahrud, 7 Sabzevar, 8 Mashhad, 9 Gonabad, 10 Zarand, 11 Isfahan, 12 Kashan.

di Sheh-neh) è stato verificato sull'arco di trenta anni un prolungamento annuale di 50 metri per anno, per un totale quindi di 1.5 km¹⁵. In tale scenario appare probabile che i condotti eccezionalmente lunghi siano anche eccezionalmente antichi. A tale riguardo è infine da notare che tipicamente si può assumere una progressione dello scavo di circa tre metri al giorno¹⁶. Tenendo conto anche dello scavo dei pozzi si può orientativamente valutare che un condotto di circa un chilometro di sviluppo richieda un paio di anni di lavoro delle due-tre persone a ciò dedicate. In zone aride, il grande beneficio economico tratto dall'acqua così conquistata giustifica evidentemente l'impegno per lo scavo di condotti anche sensibilmente più lunghi di un chilometro.

La diffusione dei qanât: l'Occidente.

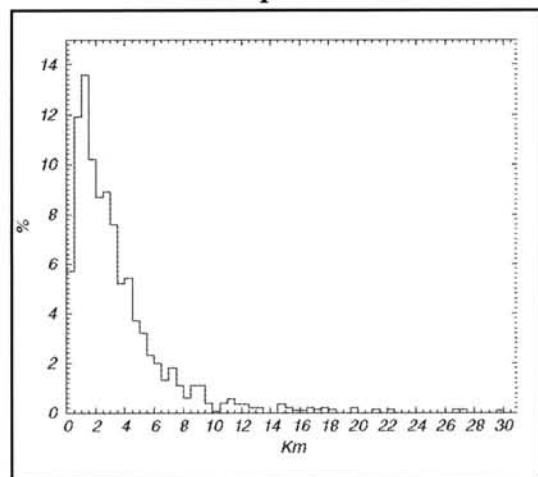


Fig. 2: Istogramma della distribuzione percentuale delle lunghezze in un campione di oltre 2.000 qanât iraniani.

Secondo un'ipotesi ripetutamente avanzata, i qanât, originati in Persia, si sarebbero poi diffusi seguendo l'espansione dell'impero persiano che al tempo di Dario (inizio del V secolo a.C.) aveva raggiunto ad Est il corso dell'Indo ed ad occidente aveva occupato l'Egitto e buona parte della parte costiera dell'attuale Libia. L'affermarsi in queste stesse regioni, ma oltre un millennio dopo, dell'Islam e la sua rapida espansione avreb-

bero poi portato questa tecnica sino alle sponde atlantiche del Marocco, raggiungendo in qualche caso anche la Penisola Iberica. Da notare che nel lungo intervallo tra il regno achemenide e l'Islam, l'impresa di Alessandro Magno portò prima ad un intimo contatto tra la cultura Greca e quella orientale. Successivamente gran parte di quelle regioni cadde sotto il dominio romano e, quindi, sicuramente i Romani vennero in contatto prima forse indiretto (tramite i Greci) e poi certamente diretto con i canali di emungimento. Tenendo presente un tale scenario possiamo rapidamente passare in rassegna alcune delle regioni in cui l'utilizzazione di qanât appare di particolare rilevanza. Come mostrato in fig. 3, ad Occidente dell'Iran i qanât appaiono in effetti diffusi lungo tutta l'area attualmente islamizzata. In Marocco la città di Marrakech, fondata nell'XI secolo in pieno deserto, sopravvisse e crebbe rapidamente a grande splendore (dinastie degli Almoravidi e degli Almohadi) solo grazie al rifornimento di acque catturate da centinaia di *khettara* (nome locale dei qanât) alle pendici meridionali dell'Atlante. Analoghe considerazioni valgono per la grande oasi di Tafilalt, sempre in Marocco, ove sorse la grande capitale carovaniera di Sijil Massa, culla dell'attuale dinastia regnante "alauita"¹⁷. Nell'interno dell'Algeria sono particolarmente ricche di *foggara* (nome locale dei qanât) le regioni di Tidikelt, Touat e Gourara. Nelle ultime due di queste oasi un censimento del 1960 dava un totale di 755 condotti, con uno sviluppo locale di 1.378 chilometri ed un gettito di quasi 3.000 litri al secondo. In mancanza di datazioni precise, tutti questi sistemi potrebbero ricadere nella supposta equazione che vorrebbe per il Maghreb: Islam = qanât.

Recentemente proviene però dalla Libia quello che appare come un colpo mortale a tale ipotesi. Nel cuore del deserto del Fezzan una missione italo-britannica sta da tempo studiando i resti dell'antica capitale dei Garamanti, un popolo del deserto sconfitto e soggiogato dai Romani attorno all'inizio

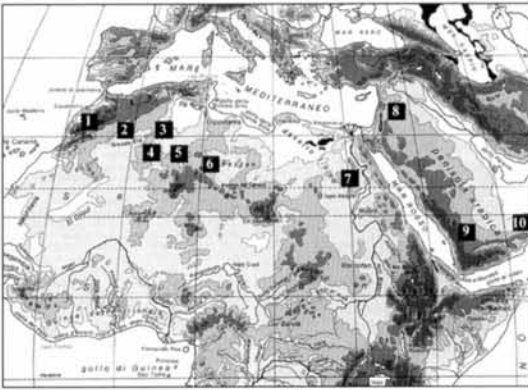


Fig. 3: Collocazione di alcuni tra i più rilevanti sistemi di qanât occidentali: Marocco: 1 Hauz (Marrakech), 2 Tafilalet; Algeria: 3 Gourara, 4 Touat, 5 Tidikelt; Libia: 6 Fezzan; Egitto: 7 Oasi di Kharga; Siria e Giordania 8; Yemen 9; Oman 10.

della nostra era. Sorprendentemente, si è trovato che questa città era servita da un ben sviluppato sistema di *foggara*, ricavati quindi e senza ambiguità in epoca ben precedente le invasioni islamiche¹⁸. Di grande interesse anche il sistema di qanât che serve l'oasi egiziana di Kharga: le ricerche ivi condotte dall'Istituto Francese di Archeologia Orientale avrebbero portato a riconoscere e distinguere condotti di periodo achemenide da successivi condotti romani. A Kharga sarebbe quindi evidente quella saldatura tra mondo persiano e mondo romano che abbiamo ragionevolmente assunto debba essersi realizzata al subentrare di Roma nei possedimenti persiani. Un momento storico in cui i cunicoli di emungimento di falda – se non già noti ai Romani tramite i Greci – sono certamente entrati a far parte del bagaglio di conoscenze della Roma imperiale.

La già citata figura 4 mostra infine come l'esistenza di sviluppati sistemi di qanât si spinga anche, e non sorprendentemente, alla penisola arabica, con esempi importanti provenienti da Siria e Giordania a Nord e da Yemen e Oman sulle coste meridionali.

La diffusione dei qanât: l'Oriente.

A conferma della diffusione dei qanât in molti degli antichi territori achemenidi, tro-

viamo che tale tecnica appare ben sviluppata anche nel contiguo Afghanistan. La figura 4 riporta una mappa della distribuzione sul territorio dei maggiori sistemi, in gran parte localizzati nell'Afghanistan orientale. Quantitativamente, nel 1967 furono censiti circa 6.000 condotti, per uno sviluppo totale di oltre 12.000 chilometri e con un gettito stimato dell'ordine di 100.000 litri al secondo. Cifre che, pur non raggiungendo quelle dell'Iran, risultano certamente ragguardevoli e probabilmente collocano l'Afghanistan

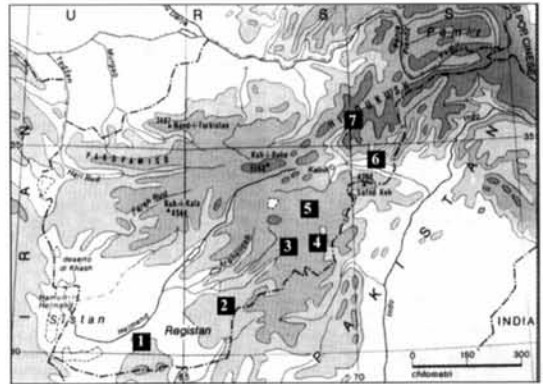


Fig. 4: Distribuzione dei maggiori sistemi di Karez afghani: 1 Zamindawar, 2 Oasi di Kandahar, 3 Valle del Tanak, 4 Katawaz, 5 Qarabagh, 6 Bacini dell'Urgun e del Gardez, 7 Koh Daman.

al secondo posto nella classifica delle nazioni con cunicoli di emungimento.

I cunicoli di emungimento non si limitano peraltro al territorio achemenide, ma si spingono ancor più a oriente, lungo quella che da tempi antichissima fu la "Via della Seta". Come mostrato in figura 5, superate le montagne del Pamir ci si affaccia sui grandi deserti della Cina ove la cittadina di Kashgar ospita anch'essa un rilevante sistema di cunicoli, detti – a somiglianza che in Persia – *karez*. Ancor più a oriente, al bordo del deserto del Takla-Makan, una serie di oasi deve la vita ad una estesa rete di condotti sotterranei. La rilevanza di questi sistemi può essere riassunta in poche cifre: censiti nel 1987 1.156 karez attivi, oltre 3.000 chilometri di sviluppo, con un gettito di circa 13.000 litri al secondo¹⁹. La tecnica di scavo

è del tutto simile a quella adottata in tutte le altre parti del mondo, e in genere gli studiosi occidentali vi vedono solo una trasmissione delle tecniche iraniane in una regione che, se pur all'interno degli attuali confini della Cina, è regione di frontiera – anche nel passato sovente soggetta a dominazione cinese – ma crocevia di razze e patria stanziata del popolo mongolo degli Uyguri.

Gli studiosi cinesi sono peraltro di tutt'altro avviso e vedono nel Turpan la patria di origine dei condotti di emungimento, che da qui si sarebbero diffusi prima verso la Persia e poi verso l'occidente. Asseriscono infatti che *karez* è termine cinese, e che tipicamente cinese è tutta la nomenclatura collegata a questi condotti. Tra i vari termini caratteristici ricordiamo qui solo quello che designa lo sbocco del condotto: *Bocca del Dragone*. Curiosamente, la prova dell'antichità dei *karez* in Cina è nell'opera di un grande maestro taoista del IV secolo a.C., Chuang Tze, che nel suo famoso testo "Acque di autunno" scrive "...solo tu non puoi sentire il grido della rana nel *karez*". Il problema è che il cinese è notoriamente una scrittura ideografica, e noi sappiamo solo che Chuang Tze usò l'ideogramma oggi associato al termine *karez*. A riprova dell'antichità dei condotti idrici sotterranei cinesi viene infine riportata un'antica cronaca della dinastia Han (206 a.C. – 24 A.D.) secondo la quale nel 109 a.C. l'imperatore Wu inviò oltre

10.000 soldati per scavare un canale che catturasse le acque del fiume Luo per trasportarle verso Shangyan (provincia dello Shanxi), nella Cina nord-orientale. A causa della instabilità dei pendii da attraversare fu costruito un canale sotterraneo scavando pozzi profondi sino a 40 zhang (1 zhang = 3.33 m) e l'acqua fu condotta a scorrere attraversando le basi dei pozzi. Una porzione di tale condotto (canale *Longshou*) è stata recentemente riscoperta, comprendente sette pozzi di cui uno, portato allo scoperto da una frana, profondo circa 28 metri²⁰.

A rigor di termini quest'ultima opera, non emungendo le acque di falda e stanti anche le modalità di scavo, è più assimilabile ad un acquedotto romano che ad un *karez*. Resta peraltro a dimostrare che sul finire del II secolo a.C. in Cina si scavavano condotti idraulici sotterranei di non minore impegno.

Conclusioni

La figura 6 riassume le zone ricche di qanât trattate in questa sia pur rapida rassegna. Se ne deve concludere che tutta la fascia di terre aride o semiaride del continente eurasiatico appare in realtà interessata da questo condotti che, ovunque, rappresentano da tempo antichissimo il metodo utilizzato da comunità umane per installarsi su territori per loro natura inospitali e inabitabili. Risalire all'origine di tali tecniche, se un'origine comune esiste, appare peraltro aleatorio. Con ogni probabilità pare doversi concludere che la tecnica qanât era già nota e applicata nel mondo achemenide, quindi tra il sesto e il quarto secolo a.C. Ma l'oasi del Fezzan mostra che l'equazione Iran => Achemenidi => Arabi => mondo islamico non è perlomeno così diretta e stringente come talora si assume. Gli acquedotti greco-romani provengono dai qanât? Ma il canale di Ezechia è precedente all'epoca achemenide, ed ancor più precedente sarebbe l'esautore del bacino di Copaide, se di epoca micenea. Possibile far risalire davvero la tecnica qanât sino al II o addirittura al III millennio? Ma sinora, almeno a conoscenza di chi scrive, non si sono mai trovati qanât



Fig 5: Distribuzione dei più rilevanti sistemi di *karez* in Cina: 1 Kashgar, 2 Tocsan, 3 Turpan, 4 Shanshan, 5 Hami, 6 Copar.

chiaramente associati a centri dell'Età del Bronzo e le asserite rappresentazioni rupestri di qanât in Cina²¹ sono perlomeno dubbie.

Il problema è probabilmente molto più complesso delle semplici ipotesi che abbiamo sin qui richiamato, e riguarda la circolazione delle idee e delle competenze nel mondo antico. Per porre questo argomento in una più compiuta prospettiva storica conviene infine per lo meno accennare a ulteriori testimonianze che sarebbe errato sottovalutare, anche se difficilmente collocabili nel quadro che andremo discutendo. Ci riferiamo in particolare all'evidenza che in Egitto i sotterranei della piramide di Djoser a Saqqara ci mostrano che sin dai tempi della III dinastia, nella prima metà del III millennio a.C., v'erano maestranze in grado di progettare ed eseguire tutta una serie di pozzi anche superiori ai 30 metri, e di scavare dal fondo di tali pozzi lunghe gallerie nel calcare compatto²². Purtroppo il ruolo dell'antica civiltà egizia nel contesto generale dello sviluppo delle tecniche del mondo antico è lungi

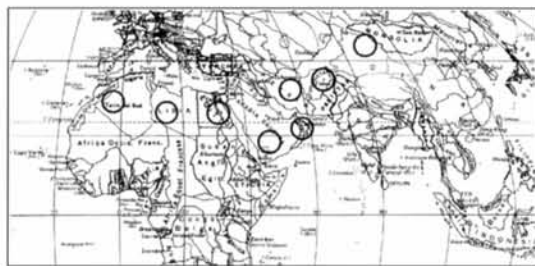


Fig.6: Distribuzione delle zone ricche di qanât lungo la fascia desertica del continente eurasiatico.

dall'essere acclarato, e poco potremo aggiungere a tali testimonianze. Giova peraltro ricordare come la civiltà egizia abbia di gran lunga preceduto tutte le altre civiltà del Vicino Oriente e come ancora in tempi storici la grande Grecia classica abbia fatto continuo riferimento all'Egitto, sia ricordando la provenienza da tale paese di colonizzatori del territorio greco²³, sia come fonte culturale cui si recarono ad attingere grandi personaggi greci, da Solone ad Erodoto. Ma non è qui il luogo ove inoltrarsi in tale problematica.

Note e bibliografia

¹ Lavoro presentato al 34° Corso di III Livello della SSI, Narni, Settembre 2001.

² Per alcuni esempi sull'argomento vedi V. Castellani *Civiltà dell'Acqua*, Editorial System Service, Roma, 1999.

³ Vedi G.Cappa, A.Felici, V.Caloi, W.Dragoni *Ponte Terra: evidenze per un sistema arcaico di acquedotti sotterranei* Atti XVI Cong. Naz. Spel., Le Grotte d'Italia XV, pp. 121-135, 1990.

⁴ Vedi, ad es., V.Castellani, W.Dragoni *Opere arcaiche per il controllo del territorio: gli emissari artificiali dei laghi albani* in *Gli Etruschi maestri di idraulica*, pp.43-60 Electa ed., Perugia, 1992.

⁵ Vedi R. Tolle-Kastenbein *Archeologia dell'Acqua Longanesi*, Milano, 1993.

⁶ Vedi H.J. Kienast, *Samos*, Habelt, Bonn, 1996.

⁷ Vedi H.J. Kienast *The Hezekiah's Water Tunnel and the Eupalinos Tunnel of Samos*, Historische Wasseruntersuchungsanlagen im östlichen Mittelmeerraum, Jerusalem, 1983.

⁸ Vedi J. Knauss, *Arkadian and Boiotian Orchomenos, centre of Mycenaean hydraulic engineering*, II Congr. Inter. Micenologia, L'Erma di Bretschneider, Roma, 1991.

⁹ *Foggara in Algeria, Rhettara in Marocco ...*

¹⁰ D. Balland *Karez irrigation in Afghanistan*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.150.

¹¹ Vedi V.Castellani *I Rhettara del Tafilalt*, Atti XVII Cong. Naz. Spel., 1994; V.Castellani, V.Caloi *Tafilalt: documenti sull'insediamento umano in un oasi del Marocco meridionale*, L'Universo, Ist. Geog. Milit., 77, 30, 1997.

¹² M.E.Bonine *Qanâts and irrigation cultures in Iran*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.117.

¹³ Henry Gobol *Les qanâts, une technique d'acquisition de l'eau*, Ecole des Hautes Etudes en

Sciences Sociales, Ed. Mouton, 1979, citato da Abdelmajid El Hebil in *Foggara et khattara, un système millénaire de captage des eaux*, in *L'eau et le Maghreb*, Programme des Nations Unies pour le Développement, 1988.

¹⁴ Da P.Beaumont, *Development and recent changes in the karez (qanat) system of Iran*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.143.

¹⁵ M.E.Bonine, *op.cit.*

¹⁶ M.A.Konishi *Social Aspects of Karez in East Afghanistan*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.159.

¹⁷ Vedi V.Castellani, V.Caloi, *op. cit.*

¹⁸ D.J.Mattingly, *comunicazione personale.*

¹⁹ Wang Hoting *Study on Xinjiang Karez*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.1.

²⁰ Liu Chifel *The source and utilization of Xinjiang Karez*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p. 54.

²¹ A. Nyaz *Rock drawing: the testimony for the research on the karez origin*, in *Proceedings of International Conference on Karez Irrigation*, Urumqi, 1993, p.80.

²² Vedi ad es. F.Cimmino, *Storia delle Piramidi*, Rusconi, Milano, 1990, pag.109.

²³ Vedi, ad es., la leggenda di Danaos proveniente dall'Egitto.

NOTE PER GLI AUTORI

Gli articoli, inediti, dovranno essere inviati alla Redazione su dischetto da 3,5" (pollici), elaborati in Word per Windows 95/98 o in formato "solo testo", senza impaginazione (evitando rientri, interlinee diverse, tabulazioni, bordi e sfondi) e corredati dal supporto cartaceo. Eventuali esigenze di particolari impaginazioni dovranno essere descritte a parte.

I testi dovranno essere redatti in una delle lingue ufficiali dell'U.I.S.: italiano, inglese, francese, tedesco, spagnolo. Ogni contributo redatto in italiano deve essere corredato da un ampio abstract in una delle lingue dell'U.I.S. (preferibilmente inglese o francese); viceversa quelli redatti in altra lingua U.I.S. dovranno avere un ampio riassunto in italiano.

Le eventuali note devono essere poste a fondo articolo e non a piè di pagina.

Le citazioni bibliografiche nel testo vanno indicate tra parentesi tonde: (nome dell'autore, anno di edizione). Più articoli dello stesso autore, pubblicati nello stesso anno, vanno distinti con lettere minuscole dopo la data (es.: ...1999a, ...1999b).

La bibliografia deve essere in ordine alfabetico per autore e del tipo: cognome e nome, anno di pubblicazione, titolo, editore, altro.

I disegni (in formato massimo A4), le foto e le diapositive dovranno avere una numerazione progressiva ed essere accompagnati dalle relative didascalie, scritte con le stesse caratteristiche del testo (file *.doc o *.txt e supporto cartaceo).

Indicare sul telaietto delle diapositive e sul retro delle fotografie il nome dell'autore.

Se possibile, tutte le illustrazioni devono essere richiamate nel testo fra parentesi tonde con la dicitura (fig. 1, tav. 1, foto 1, ecc.), oppure indicate per esteso nel contesto di una frase.

E' possibile inviare lavori completi (testi, disegni e fotografie, scansioni con risoluzione minima di 400 dpi) su Iomega ZIP da 100MB o su CD ROM.

Tutti gli articoli saranno sottoposti al vaglio del Comitato Scientifico della rivista.