

Quando il deserto era terra di laghi

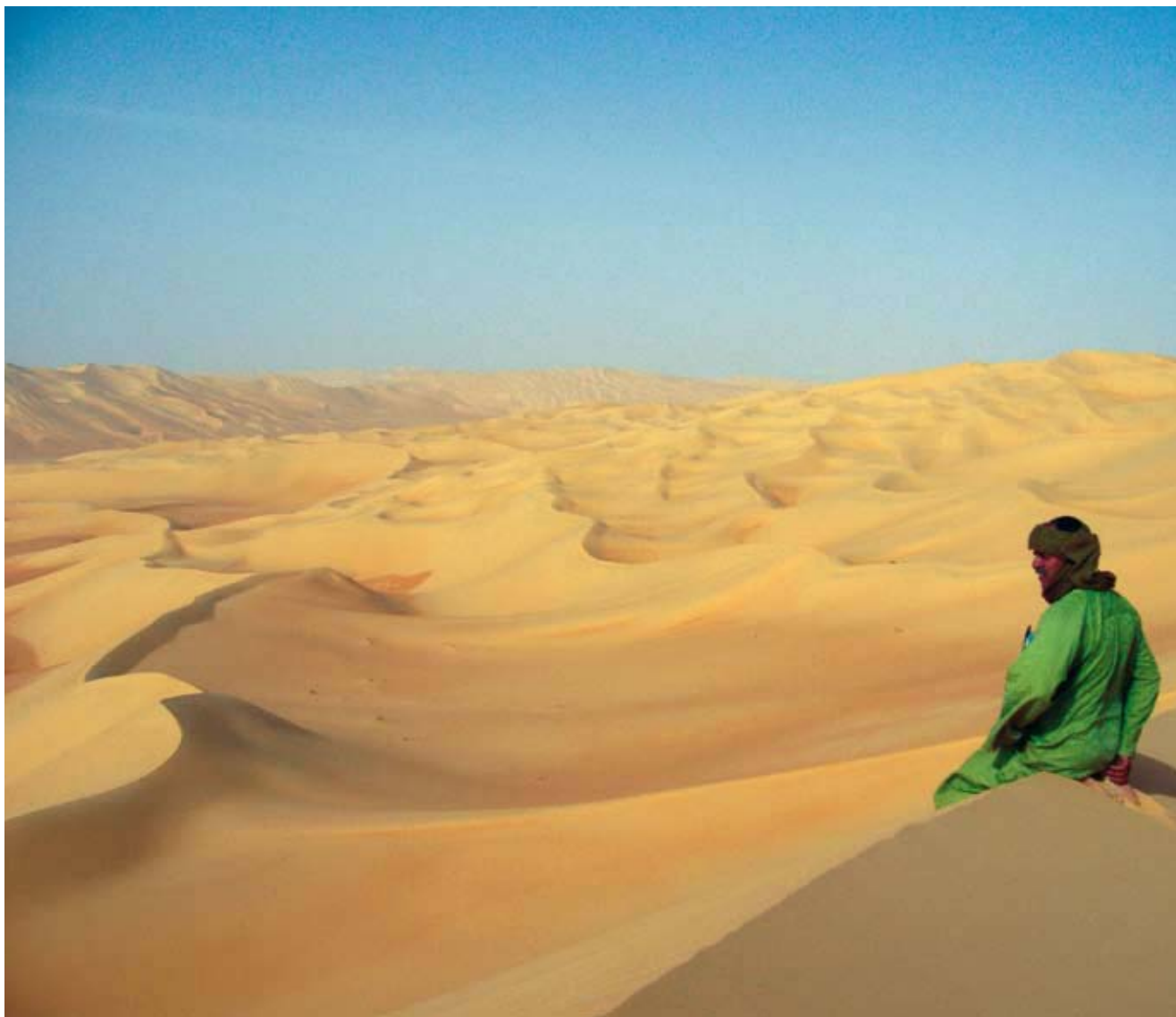
I dati geologici degli ultimi diecimila anni testimoniano un altro Sahara in cui le abbondanti precipitazioni monsoniche rendevano la vita più facile

MAURO CREMASCHI, ANDREA ZERBONI

GUARDANDO WARZAGAN, la guida Tuareg che da anni ci accompagna tra le sabbie dell'Edeyen di Murzuq (Libia meridionale), mentre scruta l'orizzonte in cerca della pista migliore, è molto difficile pensare che questa terra apparentemente inospitale, millenni fa sia stata densamente abitata da genti che attingevano acqua da numerosi laghi e fiumi, cacciando gli animali della savana e allevando bovini e caprini. Eppure negli ultimi decenni gli studi in corso nell'Africa Sahariana e sub-Sahariana stanno assemblando le tessere di un mosaico che mostra come, a partire da circa 10.000 anni fa, quello che oggi è un enorme deserto abbia subito un radicale mutamento, che ne ha modificato l'ambiente.

I dettagli di questa storia sono sparsi su di un'area vastissima, circa otto milioni di chilometri quadrati, che va dall'Oceano Atlantico alla Penisola Arabica e dalle coste del Mediterraneo fino alle prime foreste dell'Africa Equatoriale; sono costituiti da lembi discontinui di sedimenti, originatisi negli ultimi millenni grazie all'azione di laghi e fiumi, ed attualmente in fase di erosione da parte del vento. Un archivio geologico particolarmente ricco di informazioni

è costituito dai ghiacci che ricoprono il Kilimanjaro. Recentemente, sulla vetta del vulcano sono state raccolte alcune carote di ghiaccio che hanno mostrato come siano variate la circolazione atmosferica e le precipitazioni nell'Africa tropicale durante gli ultimi diecimila anni, evidenziando per l'Olocene almeno due periodi più piovosi dell'attuale (noti come *African Humid Period*), intervallati e chiusi da un aumento spiccato dell'aridità (fase detta *Dark Age*), che ha portato alla formazione dell'ambiente attuale. Questi cambiamenti hanno influito fortemente sul paesaggio sahariano, basti pensare a come sono variati arealmente i pochi laghi che punteggiano le depressioni continentali del Sahara. Ad esempio il lago Chad, all'inizio dell'Olocene, raggiungeva un'estensione di circa 360.000 Km², ben superiori agli attuali 300 Km²; quella fase di vita viene definita dagli scienziati *Lake Mega-Chad*. Lo studio delle variazioni di riva di questo bacino ha dato un contributo fondamentale alla comprensione di come sia rapidamente mutato il maggiore deserto caldo del pianeta nell'arco di poche centinaia di anni e soprattutto evidenzia come il processo sia ancora in atto: basta infatti osservare le immagini satellitari



che mostrano come nell'arco degli ultimi 40 anni il lago Chad sia passato da una superficie di 23.000 (nel 1963) a 300 Km² (nel 2001). Un altro bacino lacustre che ha subito importanti modificazioni nel corso dell'Olocene è localizzato in Egitto, pochi chilometri a Ovest del fiume Nilo: si tratta del lago che occupa la depressione dell'oasi del Fayum. Già all'inizio del secolo scorso alcuni esploratori osservarono depositi tipicamente lacustri, localizzati in posizioni rilevate, assai distanti dall'attuale linea di riva del lago, e abbondanti ritrovamenti di

ossa di pesce, coccodrillo e mammiferi di savana, il cui significato ecologico stride in un'area ora aridissima. Lo studio delle oscillazioni dei laghi tropicali localizzati in Africa orientale (laghi Abhé, Kivu, Malawi, Tanganyika, Turkana, Vittoria) ed occidentale (laghi Bamili, Bosumtwi, Tilla) ha verificato come i processi climatici abbiano agito a scala continentale, regolando direttamente la profondità dei bacini e di conseguenza le condizioni ecologiche degli ambienti interessati; inoltre le osservazioni desunte dallo studio di numerose carote

La guida Tuareg Warzagan scruta il vasto mare di sabbia dell'edeyen (in arabo mare di sabbia) di Murzuq per trovare la pista migliore per i fuoristrada della Missione Archeologica Italo-Libica in Acacus e Messak.

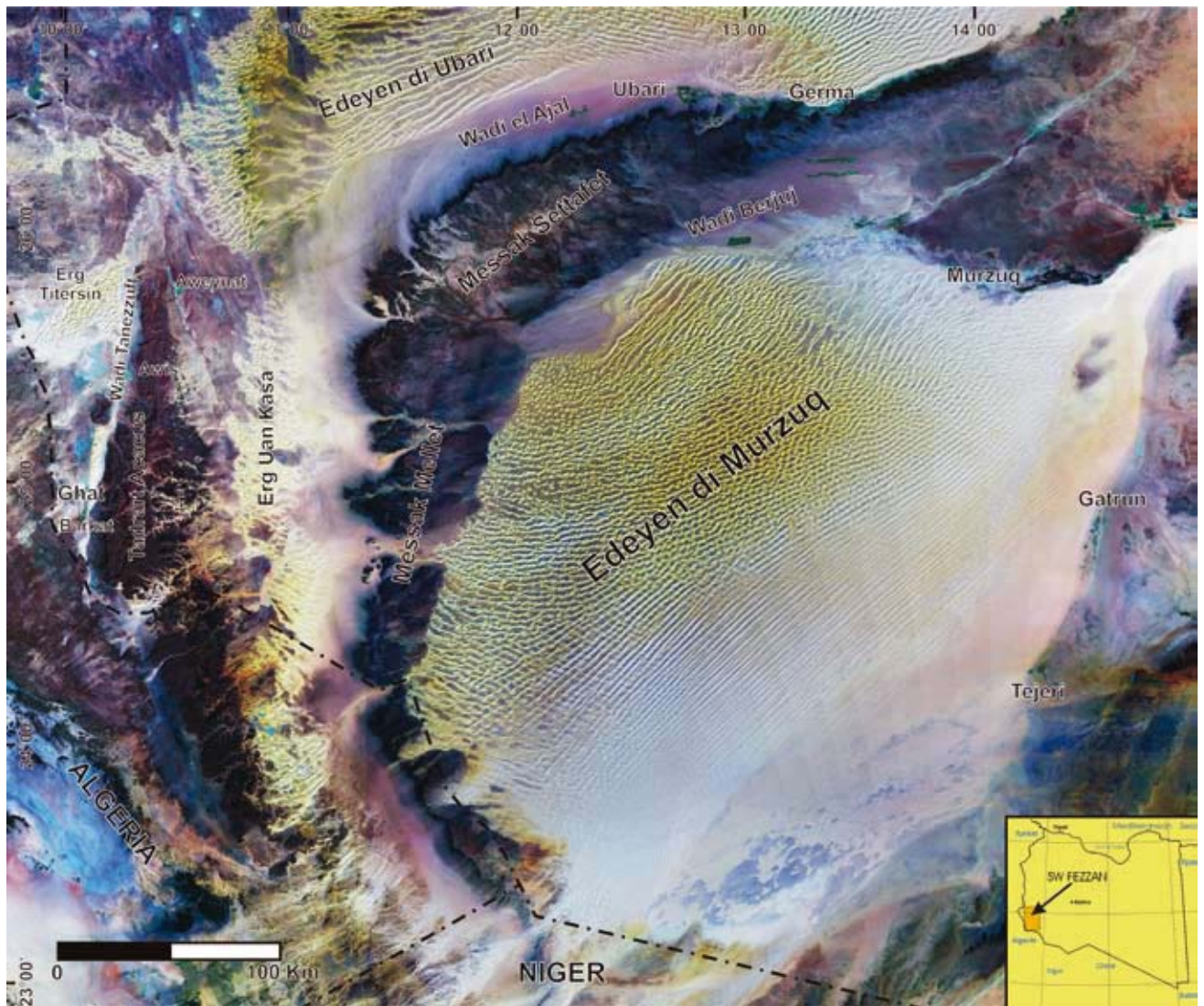


Foto satellitare del Fezzan sud-occidentale; il paesaggio di questa regione è assai complesso ed alterna montagne rocciose ad aree pianeggianti e distese di sabbia.

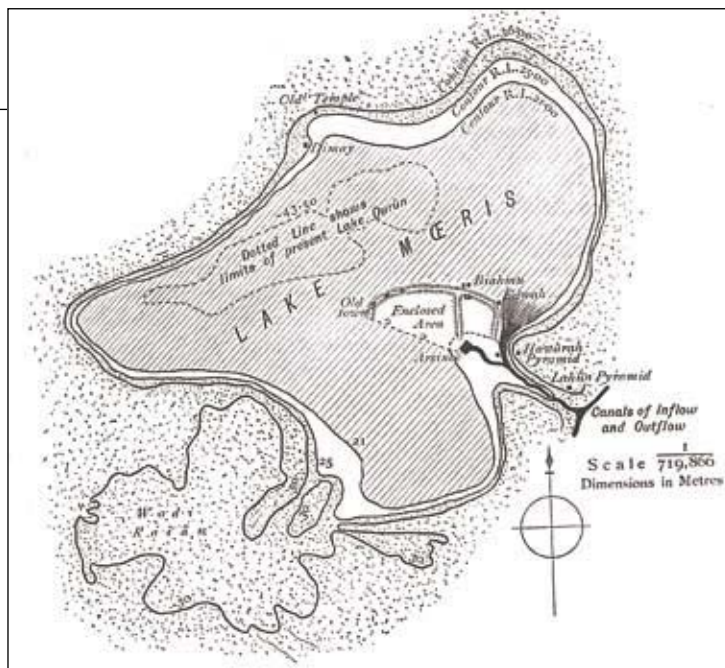
di sedimenti hanno permesso di definire le oscillazioni dell'intensità delle precipitazioni sia su scala stagionale sia su un arco di tempo più ampio, definendo una stretta relazione tra intensità delle precipitazioni monsoniche e variazioni climatiche su scala planetaria.

Nel Fezzan Libico (Sahara centrale) gli effetti delle variazioni di intensità delle precipitazioni monsoniche nel corso dell'Olocene sono stati studiati con estremo dettaglio nel corso degli ultimi anni dall'équipe milanese di geoarcheologia della Missione Archeologica Italo-Libica nell'Acacus e

Messak della Sapienza. Grazie alla capillare ricognizione di terreno (su una superficie di più di 50.000 Km²), sono stati identificati numerosi archivi geologici di informazioni paleoambientali, distribuiti su unità di paesaggio assai differenti tra loro, che hanno permesso di ricostruire le mutazioni ambientali di questa regione.

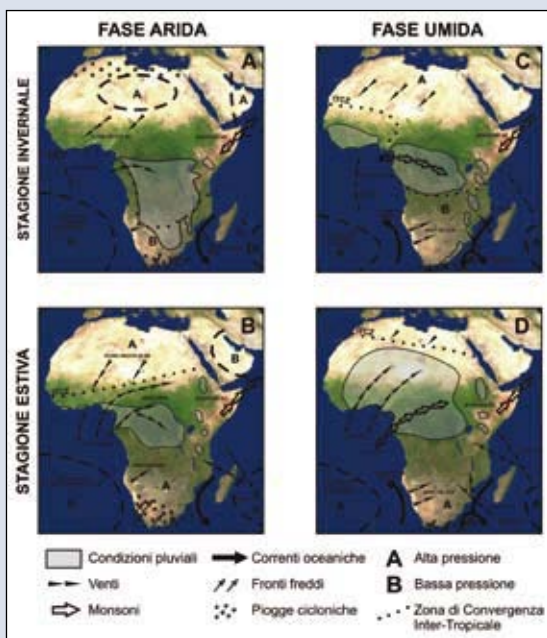
La storia di queste variazioni è incentrata sul fattore acqua ed inizia attorno a 10.000 anni fa (passaggio tra Pleistocene ed Olocene), quando le nubi delle perturbazioni di origine monsonica, dopo aver viaggiato per più di 2.500 Km, scaricarono

sulle cime della catena del Tadrart Acacus le loro piogge. Fino a quel periodo la regione era caratterizzata da un clima estremamente arido: l'acqua appena caduta andò ad alimentare le falde acquifere delle aree montuose, attivando numerose sorgenti. Questo primo effetto del nuovo clima è stato registrato da alcune rocce, i tufi calcarei, che si sono formati presso antiche sorgenti per precipitazione di carbonato di calcio direttamente dall'acqua che sgorgava dalle rocce al contatto con l'atmosfera. I tufi sono stati identificati in numerose località dell'Acacus e la loro presenza documenta un periodo di forte piovosità nei massicci sahariani; la loro deposizione è stata datata, con il metodo dell'uranio-torio (U/Th), tra 9.600 e 8.000 anni fa. Poco dopo l'attivazione delle sorgenti, le grotte ed i ripari sotto roccia che si aprono nelle valli dell'Acacus e del Messak vennero frequentati da



cacciatori-raccoglitori appartenenti alle culture epipaleolitiche e mesolitiche (*Early e Late Acacus*). Ci hanno lasciato una testimonianza fondamentale per ricostruire le vicende e per comprendere l'ambiente: numerose rappresentazioni artistiche del paesaggio in cui vivevano, principalmente

Ricostruzione dell'estensione del lago del Fayum durante le fasi umide dell'Olocene realizzata da R.H. Brown nel 1892.



Modello schematico che riassume il meccanismo di formazione delle perturbazioni monsoniche e la loro migrazione lungo il continente africano. L'alternanza tra fasi glaciali ed interglaciali segna il passaggio dal clima arido a quello umido nella regione sahariana.

Il monzone africano

Le variazioni d'intensità delle precipitazioni nella regione sahariana, ed in generale in tutta l'Africa, sono legate a fattori climatici globali, che regolano la circolazione monsonica stagionale. I monsoni si formano per evaporazione al di sopra degli oceani Atlantico e Indiano, e le loro nubi, cariche di pioggia, risalgono il continente; durante questa fase scaricano abbondanti piogge che alimentano le falde acquifere. Questo processo attualmente è assai limitato dalla presenza di forti venti (gli Alisei), che impediscono ai monsoni di raggiungere le aree più settentrionali e continentali dell'Africa. Nel passato, invece, si sono alternate fasi come quella attuale (che corrispondono alle fasi glaciali alle medie latitudini) con limitato influsso dei monsoni, e fasi (interglaciali alle medie latitudini) durante le quali maggiore evaporazione e minore intensità degli Alisei hanno permesso alle piogge di risalire il continente africano, raggiungendo le aree più continentali del Sahara e rinverdendo il paesaggio. L'ultimo evento riconosciuto dai geologi, caratterizzato dal ritorno delle condizioni umide al di sopra del Sahara, coincide grossomodo con l'inizio dell'Olocene.



Le depressioni tra le dune erano riempite, durante l'Olocene, da laghi che ci hanno lasciato depositi carbonatici e sabbie ricche in sostanza organica, che si sono formati più di 8000 anni fa.

raffiguranti animali selvatici (coccodrilli, elefanti, ippopotami, rinoceronti) che fanno pensare a elevata disponibilità idrica, in grado di sostenere un ambiente ed una vita tipici della savana.

Anche a breve distanza da Acacus e Messak, nelle aree pianeggianti coperte dalle dune dell'erg Uan Kasa e dell'edeyen di Murzuq, i monsoni iniziarono a modificare il paesaggio. L'incremento di acqua nelle riserve sotterranee fece affiorare la falda in superficie e tra le dune si formarono piccole pozze d'acqua che in poco tempo assunsero l'aspetto di ampi laghi, profondi qualche decina di metri. Questi colmarono le ampie depressioni tra le dune e le loro acque, come testimoniano i pesci ed i molluschi conservati nei loro depositi, erano dolci, profonde

e permanenti; ai loro margini cresceva una rigogliosa vegetazione. Gli anelli verdi che circondavano i bacini esercitavano una forte attrazione su gruppi umani ed animali: al margine dei laghi infatti sono stati identificati centinaia di grandi siti archeologici che si snodano lungo le sponde per molte centinaia di metri.

I depositi calcarei presso le sorgenti e i sedimenti carbonatici lasciati dai bacini lacustri ci mostrano come le condizioni umide favorevoli per la vita siano durate per circa due millenni; nei sedimenti è anche chiaro che ad un certo punto, circa 8.200-8.000 anni fa, qualche cosa cambiò in modo improvviso. Il delicato meccanismo che permetteva ai monsoni di formarsi e di risalire il continente africano si inceppò, ral-



lentando notevolmente. In breve le piogge si interruppero e le riserve idriche non vennero più ricaricate: le sorgenti si seccarono e il livello dei laghi si abbassò fino al completo svuotamento dei bacini; le condizioni ambientali si fecero più difficili per la vita e questa regione venne in gran parte abbandonata. Le comunità di cacciatori mesolitici (*Late Acacus*) sono state testimoni e vittime della drammatica diminuzione delle precipitazioni. Sembra addirittura che abbiano voluto lasciarci una traccia concreta della transizione ecologica in atto, rappresentando nei loro dipinti una nuova specie animale: l'orice (*Oryx dammah* o orice dalle corna a sciabola). Alcune scene con questi animali sono state scoperte tra le valli dell'Acacus; gli orici dalle corna a sciabola sono noti alla

zoologia come specie adattata a condizioni di estrema aridità, diffusa nel Nord Africa. Indicano inoltre, rispetto alla grande fauna della savana, un ambiente assai più arido; è possibile che siano penetrati nel massiccio dell'Acacus e nelle aree a esso circostante in corrispondenza al drammatico episodio climatico, risalente a ottomila anni dal presente, quando questa regione si inaridì.

La fase di degrado climatico dell'Olocene antico ebbe durata breve, coincidente in gran parte con una fase di raffreddamento che colpì l'intero pianeta, e dopo pochi secoli si interruppe. La presenza di nuovi depositi lacustri datati con il radiocarbonio attorno a 7.500 anni fa dimostra come il meccanismo climatico che regola le precipitazioni monsoniche riprese vigore,

Il paesaggio attuale dei laghi dell'edeyen di Ubari offre uno spunto per comprendere quale doveva essere l'ambiente dei campi di dune nelle fasi umide oloceniche.



Acacus, wadi Agmir:
le sagome di queste antilopi dipinte con lunghe corna rivolte all'indietro e il collo rosso, fanno pensare si tratti di esemplari di orice dalle corna a sciabola, animale di clima arido che ha colonizzato l'Acacus durante la fase arida dell'Olocene antico.

contribuendo a ricaricare le riserve idriche del Sahara centrale. I sedimenti lacustri formati in questa fase sono però differenti rispetto quelli più antichi: mancano quasi completamente i resti di pesce e le specie di molluschi sono meno differenziate. Questi dati, assieme allo studio sedimentologico e geochimico dei depositi carbonatici, mostrano come la seconda fase umida olocenica (centrata sull'Olocene medio) sia stata meno intensa di quella dell'Olocene antico. Le rive dei laghi vennero nuovamente colonizzate da piante ed animali, inoltre sono presenti estesi siti archeologici. Non erano più popolazioni dedite alla caccia ed alla raccolta, ma introdussero l'allevamento dei bovini, come testimoniato dalla presenza di numerosi pozzetti contenenti

importanti porzioni combuste di bovini, localizzati nelle aree marginali dei siti archeologici. Tracce della nuova cultura pastorale sono state trovate anche nelle aree montane: numerosi ripari sotto roccia sono stati occupati tra l'VIII ed il III millennio dal presente e testimoniano una persistente frequentazione da parte di gruppi umani e delle loro mandrie, spesso rappresentate sulle pareti delle grotte-stalle. Lo sterco che si trova nella porzione sommitale dei depositi delle grotte, dato il perfetto stato di conservazione, testimonia lo stabilirsi di condizioni aride ed è stato datato al radiocarbonio fra la fine del V e l'inizio del IV millennio. La fase arida è evidente anche tra le dune, dove le depressioni sono coperte da croste gessose formatesi per evaporazione



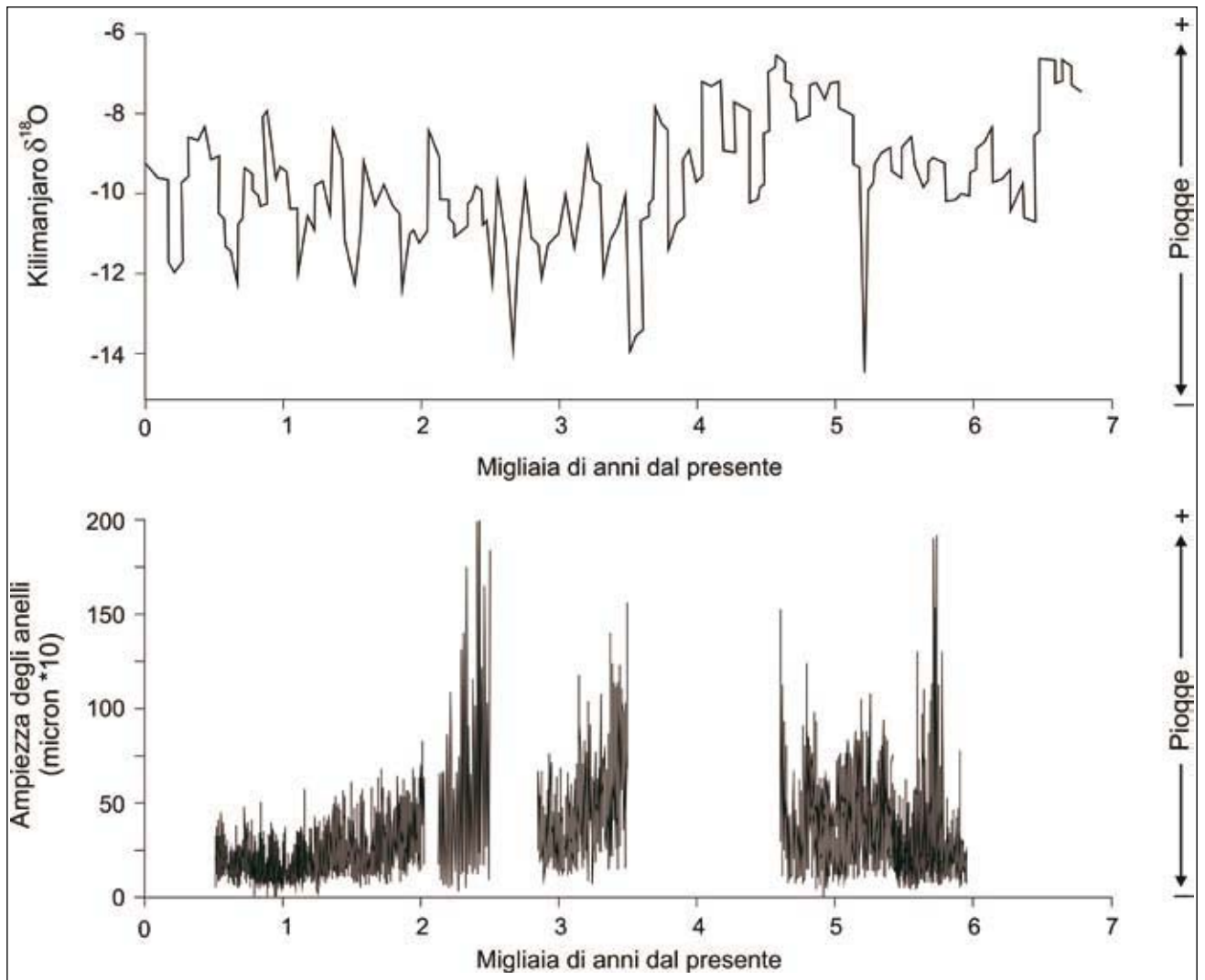
M.E. Perocchi

tra 5.500 e 5.000 anni fa; rappresentano la chiusura della sedimentazione lacustre e l'interruzione delle precipitazioni monsoniche. È il momento in cui il deserto ricominciò a espandersi e i processi deposizionali rallentarono fino a interrompersi; la concomitanza di tali fattori fece sì che, negli ultimi millenni, non vennero più lasciate, in forma di sedimenti, tracce degli eventi climatici e dei loro effetti.

La fondamentale transizione tra fase umida e aridità a 5.000 anni dal presente e le vicende climatiche degli ultimi quattro millenni sono state rintracciate in un archivio privilegiato, costituito dal cipresso del Tassili (*Cupressus dupretiana*, Tarut in lingua tuareg). Gli anelli di crescita di questi alberi sono preziosi indicatori paleoclimatici, poi-

ché il loro ritmo di crescita è principalmente modulato dalla variabile climatica umidità; pertanto è una importante fonte di informazione per l'andamento delle precipitazioni nell'area centro-sahariana. Si tratta di un albero rarissimo, ne vivono solo 160 esemplari in un'area nel Parco del Tassili, e non è possibile sacrificarne esemplari in vita; tuttavia, nei secoli passati, il legno di tarut è stato usato per costruire le porte delle cittadine di Ghat e Barkat, che oggi, ormai dismesse dalle popolazioni locali, offrono numerosi campioni per l'analisi dendroclimatica. Gli anelli di crescita del cipresso del Tassili sono assai nitidi e le date al radiocarbonio hanno confermato che la loro crescita è compatibile con un ritmo annuale; la curva elaborata copre, con alcune lacune, gli ultimi millenni

Alcuni alti esemplari di cipresso del Tassili (Tarut): crescono sull'altipiano Tamrit, nel Tassili algerino



In alto la curva dendroclimatica ricostruita studiando gli anelli del cipresso del Tassili mostra la variazione delle piogge negli ultimi millenni; inoltre rappresenta un buon indicatore paleoambientale confrontabile con i dati raccolti in altri archivi, come ad esempio le curve ottenute dalle carote di ghiaccio prelevate sul Kilimanjaro. A lato l'immagine satellitare Ikonos (1 m di risoluzione a terra, acquisita nel 2003): mostra la recente contrazione dell'oasi, con l'abbandono di numerosi campi coltivati.





Ricostruzione della contrazione dell'oasi di wadi Tanezzuft durante l'Olocene:

- 1) corso del Tanezzuft e oasi prima di 5000 anni fa;
- 2) prima contrazione dell'oasi a partire da 5000 anni fa;
- 3) oasi attuale.

e mostra il marcato imporsi di condizioni aride circa 5000 anni fa, interrotto da pochi e brevi momenti caratterizzati dall'incremento delle precipitazioni.

Negli ultimi millenni anche il corso del principale fiume della regione, wadi Tanezzuft, ha reagito drammaticamente al cambiamento climatico. Dopo essere stato, durante l'Olocene antico e medio, un fiume lungo almeno 200 Km, si contrasse, divenendo endoreico e, dopo un percorso di un centinaio di chilometri, disperdeva le sue acque presso la propaggine settentrionale dell'Acacus. Questo tratto di valle rimase idrologicamente attivo almeno fino al III millennio dal presente, quando le zone circostanti si erano già definitivamente desertificate. I sedimenti trasportati dalla corrente cambiano e non vengono più deposte ghiaie, ma limi e sabbie fini, che testimoniano un significativo calo di portata. Le caratteristiche pedologiche dei limi fluviali indicano come fossero saturi d'acqua ed in grado di sostenere una rigogliosa vegetazione: il corso superiore del Tanezzuft si presentava come una verdeggiante oasi, che resisteva alla desertificazione. Scacciati a causa dell'aridità dal territorio che abitavano, i pastori si concentrano nella valle fluviale ancora bagnata da wadi Tanezzuft, dove dati geologici ed archeologici permettono di ipotizzare un primo uso agricolo del suolo. La persistenza di acque nel corso del Tanezzuft per almeno due millenni dalla fine conosciuta delle piogge monsoniche è un fenomeno singolare e trova spiegazione considerandolo alimentato dagli enormi serbatoi idrici del Tassili e dell'Acacus, le cui riserve non si esaurirono con la crisi

L'aspetto attuale della piana alluvionale di wadi Tanezzuft. Sotto: una delle porte di Ghat costruite con legno di tarut e recuperate per lo studio dendroclimatologico, che ha fornito preziose informazioni sulle variazioni di intensità delle precipitazioni negli ultimi millenni.



di 5.000 anni fa, ma hanno mantenuto un deflusso costante per centinaia di anni. Successivamente, in età garamantica, l'oasi del Tanezzuft, pur costituendo un nodo importante della carovaniere che lega l'Africa centrale al Mediterraneo, progressivamente si contrasse. Nei primi secoli dopo Cristo, le dune invasero parte dell'oasi e si addossarono alle cittadelle garamantiche. Alcuni indizi testimoniano la persistenza di acqua nell'alveo di wadi Tanezzuft attorno a 300 anni fa ed è solo dopo questa data che le condizioni aride divennero molto severe.

L'accentuata recrudescenza dell'ambiente desertico in tempi recenti sembra correlarsi con la piccola età glaciale che ha interessato l'emisfero settentrionale tra i secoli XVI e XIX: essa precede l'attuale incremento demografico delle aree desertiche e non può essere riconducibile ad alcun fattore antropico locale, quanto piuttosto a fenomeni climatici d'ordine generale. Più recentemente, il trend naturale all'aridità, associato all'uso spesso poco responsabi-



Gat - La sorgente di el-Bârcat



le delle risorse idriche, ha portato ad una pesante contrazione dell'estensione delle oasi del Sahara centrale; questo fenomeno, oltre ad essere testimoniato direttamente dalle popolazioni locali, è assai chiaro osservando alcune immagini satellitari ad alta risoluzione (Ikonos) dell'oasi di Barkat, acquisite nel 2003. È evidente come numerosi campi coltivati, utilizzati fino agli anni sessanta, siano ora abbandonati e riconoscibili solo dalla presenza di canalette per l'irrigazione, non più alimentate dai pozzi superficiali che solo negli anni trenta del novecento intercettavano la falda acquifera pochi metri al di sotto della superficie del terreno. La tecnologia è venuta in soccorso alle oasi garantendone la sopravvivenza fino ad oggi, con la realizzazione di pozzi scavati per alcune centinaia di metri di pro-

fondità, per raggiungere le falde acquifere profonde formatesi nel corso del Pleistocene. Queste riserve sono molto estese, anche se nessuno ne conosce i confini effettivi; ciononostante non potranno garantire la sicurezza idrica alle oasi per un tempo infinito: il loro utilizzo dovrà mantenersi nel limite del consumo tradizionale, poiché le attuali condizioni climatiche non ne permettono in alcun modo il ripristino. Questo è un pesante vincolo allo sviluppo dell'attività umana nelle oasi sahariane; è un fattore ecologicamente limitante che dovrà essere tenuto ben presente per lo sviluppo demografico e sociale sostenibile di questa regione.

Il pozzo-sorgente di Barkat come appariva negli anni trenta e come è oggi. È secco poiché la falda superficiale si è abbassata di parecchi metri e non viene più intercettata con i tradizionali metodi di approvvigionamento idrico

Mauro Cremaschi e Andrea Zerboni, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra
«A. Desio»