

Panoramica sul Deserto del Namib, un luogo da scoprire, conoscere e tutelare

Luca Lupi

Società Geografica Pontederese, Pontedera (PI)
www.danalia.it, info@danalia.it

Introduzione

Il giovane stato sud-africano della Namibia (il nome deriva da *Namib*, che nella lingua del popolo Nama significa "luogo enorme e deserto") si affaccia ampiamente sull'Oceano Atlantico ed è compreso tra i territori dell'Angola a nord, del Botswana ad est e del Sudafrica a sud. È una terra di grande fascino, capace di proporre paesaggi mozzafiato ed esperienze naturali e culturali uniche. Ebbene, fin dal mio primo viaggio in questa regione rimase dentro di me il desiderio di tornarci ancora per studiarlo in tutti i suoi aspetti e per farlo conoscere agli altri. Il senso del presente articolo è raccolto proprio in queste parole. Dato il carattere divulgativo, richiesto dalla rivista, esso è destinato in particolare ai viaggiatori desiderosi di esplorare le bellezze naturalistiche della Namibia. Merita comunque evidenziare che è in corso, da parte dello scrivente e dell'amico Sergio Crocetti, la realizzazione di una guida geologica sui siti più importanti della regione che include anche quelli del Namib; l'articolo, quindi, potrebbe essere interpretato come un'anticipazione di questa pubblicazione.

Cenni di geologia della Namibia

Dal punto di vista geologico la Namibia è caratterizzata da un basamento, costituito da rocce più antiche di 2,5 miliardi di anni fa (Precambriano), al quale seguono almeno quattro fasi orogenetiche (dall'Archeano >2500 Ma al Giurassico 145,5 Ma) ed un'intensa "fase tettonica" che ha dato origine,

a partire da 120 milioni di anni fa (Cretacico), alla frammentazione del supercontinente Gondwana e all'apertura dell'Oceano Atlantico. Da notare che, tra 65 e 23 milioni di anni fa (Paleogene), l'Africa si è separata completamente dal Gondwana diventando un continente a sé stante. Come risultato dei movimenti tettonici l'area namibiana ha subito nel tempo varie fasi di sollevamento, durante le quali si sono manifestate attività vulcaniche (legate ai margini di placca convergenti e divergenti) più o meno imponenti. Dalle carte geologiche si evince la presenza di rocce magmatiche intrusive (plutoni granitici), ipoabissali o filoniane (dicchi doleritici), rocce vulcaniche effusive (in maggioranza basalti), rocce metamorfiche (calcescisti, gneiss, anfiboliti), rocce sedimentarie (arenarie, dolomie, conglomerati) e formazioni moreniche.

In estrema sintesi si può dire che la Namibia rappresenta una "zolla" antica stabile (quindi distante dai cosiddetti margini attivi delle placche, caratterizzati da una notevole attività sismica e vulcanica), che in circa metà del suo territorio è osservabile un substrato roccioso eroso mentre nella parte rimanente è ricoperta da depositi superficiali recenti appartenenti alla "fase di sedimentazione". Relativamente agli ultimi depositi si rileva che sono ampiamente distribuiti in corrispondenza dei deserti del Kalahari e del Namib, rispettivamente ad ovest e ad est della Grande Scarpata Orientale generatasi per la frammentazione del Gondwana. Si evidenzia altresì che l'erosione piuttosto profonda, da questa subita dalla fine del Cretacico in poi, ha causato una sua migrazione verso est per cui alle spalle è rimasta la bassa pianura oggi occupata dal Deserto del Namib.

Il Deserto del Namib

Il Namib è un deserto costiero dell’Africa sud-occidentale (Fig. 1) che, sotto forma di una striscia lunga circa 2000 Km e larga da 50 a 170 Km, si estende dalla provincia settentrionale della Repubblica Sudafricana fino ad un primo breve tratto dell’Angola; nel complesso occupa un’area di circa 80000 km². Dal punto di vista geomorfologico, Grünert (2013) suddivide il Deserto del Namib in 3 zone (Fig. 2): il *Northern Namib*, che è compreso fra il Fiume Kunene (confine con l’Angola) e il Fiume Ugab ed è inserito nello *Skeleton Coast National Park*; il *Central Namib*, che è costituito dalle pianure di ghiaia fra il Fiume Ugab e il Fiume Kuseib ed è inserito nel *Dorob National Park*; il *Southern Namib*, che è compreso tra il Fiume Kuseib e la città di Luderitz ed è inserito nel *Namib Naukluft National Park* (sede del *Namib Sand Sea*). Da rilevare che la cintura di dune isolate e le pianure di ghiaia del Namib meridionale, tra la Baia di Luderitz ed il Fiume Orange, fanno parte del *Sperrgebiet National Park and Diamond Coast Recreation Area*.

Il clima e la formazione del Namib

Dopo la frammentazione del Gondwana ed il sollevamento dei bordi continentali nell’area del Namib, non si sono verificati altri grandi eventi tettonici; il paesaggio, quindi, è stato determinato principalmente dai cosiddetti “fattori climatici”.

Negli ultimi 35 milioni di anni l’Antartide ha sempre occupato l’attuale posizione al Polo Sud, ma la massima copertura di ghiaccio è stata raggiunta solo intorno a 5 milioni di anni fa. È da questo momento in poi che la fredda Corrente del Benguela si è sviluppata nell’Oceano Atlantico meridionale, facendo prevalere nel Namib un clima decisamente arido anche se interrotto da brevi periodi semiaridi in ambito quaternario.

Il pressoché costante vento oceanico di sud-ovest, una volta raffreddato dalla Corrente del Benguela, si spinge sotto le calde masse d’aria interna (Cella

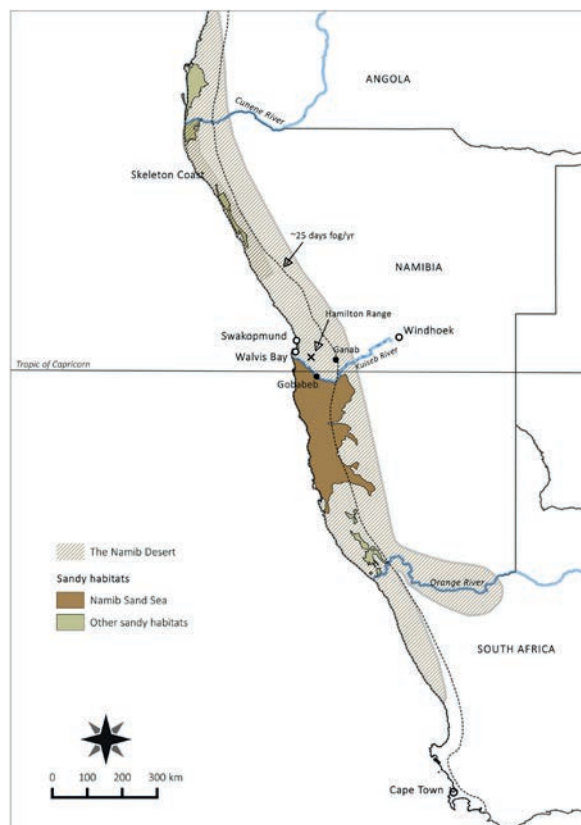


Fig. 1 - Carta schematica del grande deserto costiero del Namib, con evidenziata l'area del Grande Mare di Sabbia (Namib Sand Sea) sito all'interno del Namib Naukluft Park (Mitchell et al. 2020).

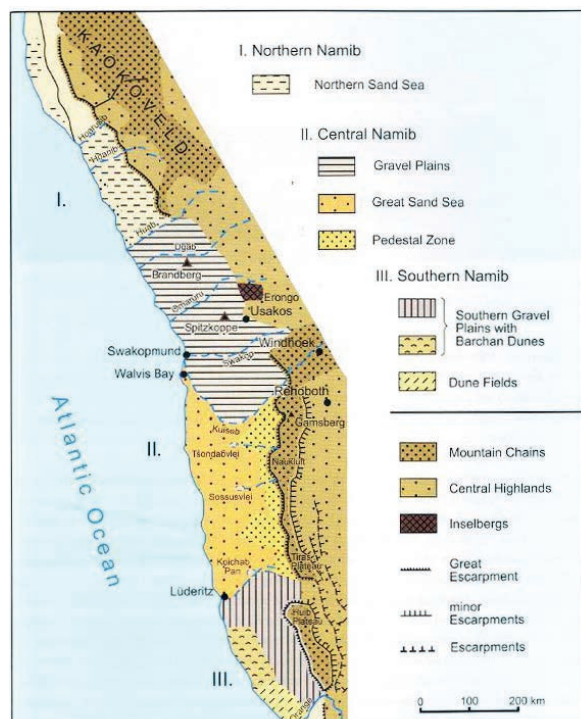


Fig. 2 - Schema della struttura morfologica del Deserto del Namib (Grünert, 2013, adattato da Kaiser, 1973).

di Hadley) per cui si crea una “inversione d’aria” che impedisce la nascita delle nuvole di pioggia. La convergenza della calda Corrente dell’Angola con quella del Benguela, unita all’alta pressione subtropicale, determina una bassa umidità e quindi precipitazioni limitate. Quest’ultime variano da meno di 50 mm/anno (in media 15 mm) sulla costa (in alcune zone non piove da 20 anni) a circa 100 mm/anno intorno alla latitudine 15°S (Mohrholz *et al.*, 2004). L’unica fonte di umidità disponibile è rappresentata dalla nebbia mattutina della zona costiera. Tale nebbia, detta di “avvezione”, si forma perché l’umidità atmosferica del freddo oceano si condensa al confine dell’aria calda interna. A causa della Corrente del Benguela gli strati d’aria vicino all’acqua sono più freschi, rispetto all’aria calda soprastante, per cui si genera il fenomeno della “inversione termica” (Figg. 3, 4). Una barriera si forma tra le due masse d’aria per cui non avviene alcuno scambio; ciò significa che non c’è convezione (sollevamento dell’aria) e, quindi, nessuna formazione di nubi con precipitazioni. Con l’innalzamento della temperatura aumenta il vapore acqueo e, di conseguenza, in maniera quasi esponenziale la nebbia costiera. È sempre il vento di sud-ovest a spingere la nebbia fino a 30 chilometri o più dalla costa, dando la possibilità alle piante e agli animali di ricevere l’umidità essenziale per la vita. Nell’interno però, con l’aumento della temperatura diurna, la nebbia di solito si dissolve entro mezzogiorno. A sud prevalgono forti venti, tranne durante l’inverno, quando i cosiddetti “venti di Berg” soffiano occasionalmente da nord-est (Besler *et al.*, 2013).

Per quanto riguarda la rete idrografica, fatta

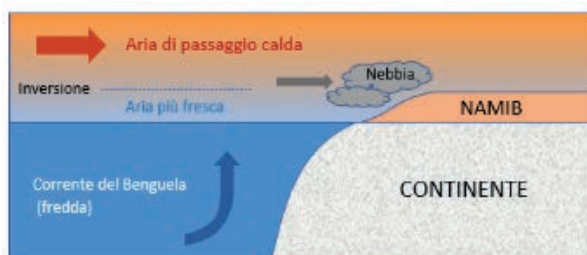


Fig. 3 - Schema semplificato dell’interazione tra la Corrente del Benguela e l’aria sovrastante, con la conseguente formazione di grandi e densi banchi di nebbia (disegno dell’autore).



Fig. 4 - La nebbia che giunge sulla costa del Deserto del Namib

eccezione per l’Orange e il Kunene i fiumi namibiani sono effimeri (Krapf *et al.* 2003) e con la maggior parte di loro che drena verso l’Atlantico. All’interno del *Namib Sand Sea* scorrono due fiumi, lo Tsondab e lo Tsauchab, a prevalente carattere sotterraneo; questa loro caratteristica trova conferma anche nella presenza, lungo la costa della Namibia (ad esempio nei pressi della Baia di Meob e nella Baia di Conception), di siti di acqua dolce ad essi collegabili. I bacini idrografici del Tsondab e del Tsauchab, relativamente piccoli nella regione della scarpata, iniziano 100–300 km a est della costa dove la piovosità media annua è di circa 300–500 mm (Jacobson *et al.*, 1995). La scarsità delle precipitazioni riduce sempre più l’attività fluviale (Stanistreet *et al.*, 2002) ed i principali eventi alluvionali sono dovuti a perturbazioni, collegate ad *El Niño*, che causano uno spostamento verso sud della zona di convergenza intertropicale e producono precipitazioni eccezionali (Shannon *et al.*, 1986). Questi fiumi, che comunque hanno tagliato nuovi canali nelle loro vecchie paleovalli, terminano nelle sabbie del Namib rispettivamente a Tsondabvlei ed a Sossusvlei (si veda più avanti). E’ dalle loro profonde incisioni che si può accedere al cuore del grande mare di sabbia.

Guidando attraverso il Namib è possibile osservare l’influenza della graduale diminuzione delle precipitazioni dall’entroterra alla costa per mezzo dell’altezza di crescita dei diversi tipi di piante (alberi>cespugli>erbe>licheni). La vegetazione è molto limitata e dipende in modo critico dalle nebbie frequenti (Eckardt *et al.*, 2013).

Il Grande Mare di Sabbia

Il *Namib Naukluft Park*, fondato nel 1907 per volere dell'amministrazione coloniale tedesca, con i suoi quasi 50000 km² si colloca al quarto posto tra le più grandi riserve naturali dell'Africa e del mondo. I suoi attuali confini, fissati nel 1978, derivano dall'unione delle aree naturali protette del *Namib Desert Park* e del *Naukluft Mountain Zebra Park* con la regione diamantifera denominata *Diamond Area I* e con altre porzioni del territorio circostante. Viene a comprendere così una vasta porzione del Deserto del Namib e parte dei Monti Naukluft. Da notare, ancora, che il suo confine orientale è approssimato dalla grande scarpata. L'attrazione principale del parco è senza dubbio il *Namib Sand Sea* o *Great Sand Sea* (Grande Mare di Sabbia), che si estende da nord a sud attraverso l'intera riserva naturale (Fig. 5).

Il *Namib Sand Sea* è un "Erg" (un'area desertica costituita da sabbie disposte a dune) e più precisamente un sistema di due "mari di dune", uno sopra l'altro: quello più vecchio (Deserto di Tsondab) ha circa 21 milioni di anni (Miocene, si veda anche in Lancaster, 1982) mentre quello più giovane (Deserto del Namib), che lo ricopre, è attivo da circa 5 milioni di anni (ma in continua formazione da circa 2 milioni di anni) cioè da quando l'area ha avuto condizioni climatiche simili a quelle odierne, a parte brevi periodi occasionali di maggiore umidità. Da notare che il primo deserto è documentato attraverso due formazioni geologiche ben visibili in affioramento nel Canyon di Sesriem: il Conglomerato di Karpencliff e le Arenarie di Tsondab, facenti parte del *Namib Group*.

A questo punto sembra lecito domandarsi da dove arrivino le sabbie del Namib e come si siano formate. Per comprenderne la provenienza sono state effettuate delle analisi sedimentologiche e queste hanno rivelato che esiste una stretta somiglianza compositiva con la sabbia trasportata dal Fiume Orange. Ma vediamo meglio. La sorgente più alta dell'Orange si trova sulle montagne Drakensberg (Sud Africa centro-orientale), a circa 200 km dall'Oceano Indiano ed a oltre 3000 m



Fig. 5 - Immagine da satellite dell'area centro-meridionale del Deserto del Namib, con evidenziato in giallo i confini del *Namib Naukluft Park*. All'interno di quest'ultimo è riconoscibile la grande distesa di sabbie rossastre che costituisce il *Namib Sand Sea* (Borders of the Namib-Naukluft National Park and Namib Rand private nature reserve, NASA, modified by Harald Süpfle).

d'altitudine; in seguito, il fiume raccoglie l'acqua di molti altri affluenti per poi sfociare nell'Oceano Atlantico pochi chilometri a sud del *Namib Sand Sea*. Nella parte iniziale del suo corso costituisce un confine naturale fra Sud Africa e Lesotho, nella parte finale tra Sud Africa e Namibia. L'Orange erode prima le formazioni basaltiche del Drakensberg e poi tutte le serie sedimentarie del *Karoo Supergroup*, trasportando il materiale risultante per circa 3000 Km fino alla costa (Fig. 6). La sabbia che vi giunge è bagnata dalle onde oceaniche e trascinata verso nord dalla vigorosa Corrente del Benguela. L'apporto di sabbia, che entra nel *Namib Sand Sea*, è stimato in circa 400000 m³/a (Lancaster, 1989) per cui si può affermare che la principale fonte di sabbia per tale deserto è da considerarsi questo fiume. A sostegno di questa ipotesi può essere portata la composizione "femica" (ricca di ferro e magnesio, comune di detriti vulcanici e delle serie ricche di

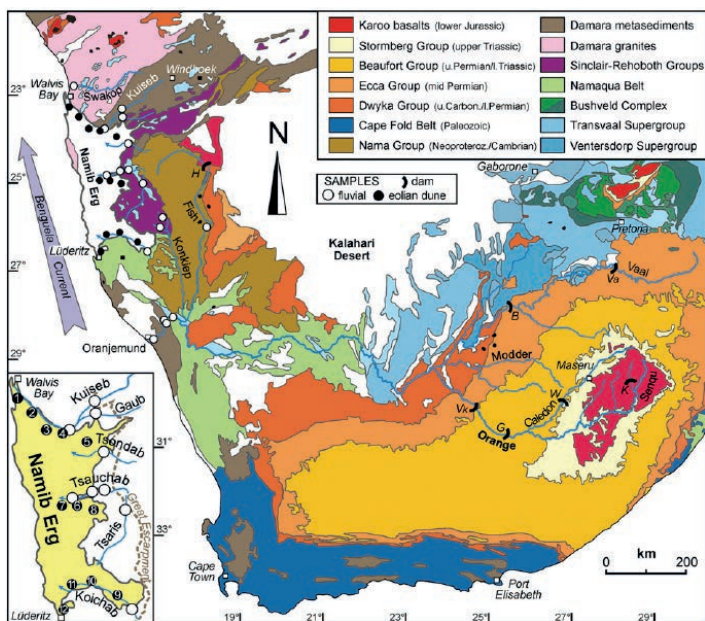
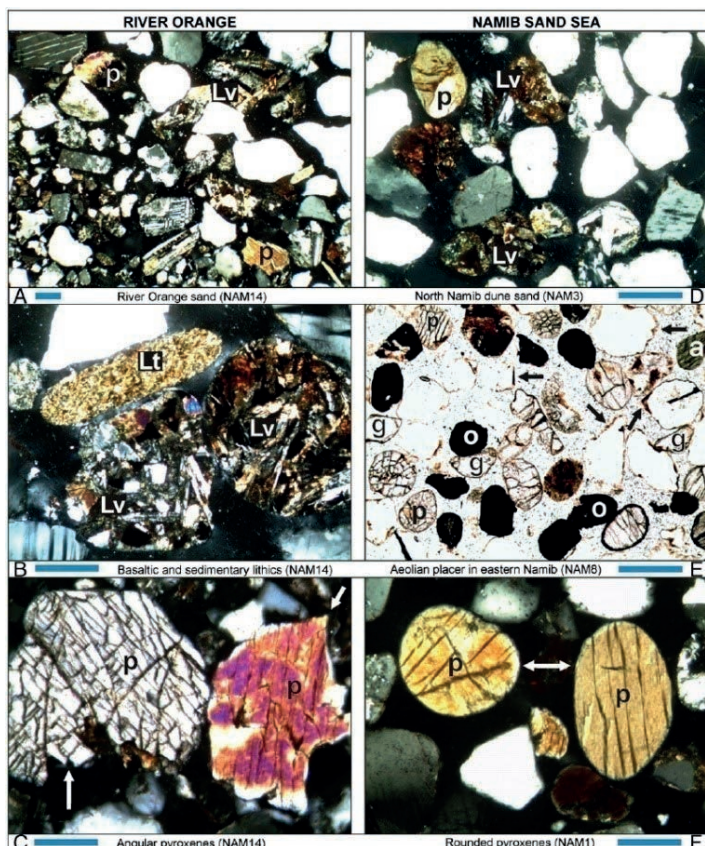


Fig. 6 - Schizzo geologico di Namibia, Sud Africa e Lesotho (compilato dopo Schlüter, 2006, e altri). Il riquadro mostra la posizione della duna eoliana studiata e dei campioni fluviali attorno all'Erg del Namib. Sono inoltre indicate le principali dighe: B = Bloemhof, G = Gariep, H = Hardap, K = Katse, Va = Vaal, Vk = Vanderkloof, W = Welbedacht, (Garzanti *et al.*, 2012).



clinopirosseni con epidoto e anfibolo minori) che caratterizza il “trasportato” del fiume e non quello di altri fiumi, nonché le dune costiere del Namib (Fig. 7). Dalla geologia dell’area si può dedurre che questo sistema del Fiume Orange, col trasporto dei sedimenti erosi verso ovest, esiste sin dal Cretaceo Inferiore (dai 145,5 ai 99,6 milioni di anni fa circa). Nell’Eocene (dai 55 ai 33,9 milioni di anni fa circa), quando il livello del mare era molto più alto (fino a 170 m al di sopra dell’attuale) le correnti marine depositarono sedimenti sul substrato roccioso del Namib fino a 30 km nell’entroterra. Poi, durante l’Oligocene (dai 33,9 ai 23,03 milioni di anni fa circa) l’abbassamento del mare di 120 m rispetto all’attuale lasciò esposte vaste aree della piattaforma continentale a nord e anche il delta del fiume. Ne conseguì che i sedimenti del Cretaceo e del Cenozoico (inizia 65,5 milioni di anni fa) ivi depositi, furono asportati per lunghi periodi dai forti venti meridionali, divenendo enormi fonti di sabbia per i due “mari” centrali del Namib (il Deserto di Tsondeb e il Deserto del Namib).

Fig. 7 - Confronto tra le sabbie fluviali del Fiume Orange e le sabbie eoliche del Namib. La sabbia dell’Orange (A, B, C) contiene particelle erose dai basalti di Drakensberg (litici vulcanici-Lv e clinopirosseno angolare-p) e dalle rocce sedimentarie del Karoo (siltite-Lt). Le dune del Namib (D, E, F) hanno una composizione simile. I minerali pesanti (o = ossido opaco di Fe – Ti – Cr; g = granato), localmente concentrati in depositi di materiale grossolano ripulito dalla porzione fine da processi eolici, fluviali e di marea (le frecce nere in D indicano i rivestimenti di ossido di Fe), sono marcatamente arrotondati dall’azione del vento (frecce bianche) (Garzanti *et al.*, 2012).

Caratteristiche geomorfologiche delle dune

Le principali direzioni del vento sono da sud lungo la costa e da sud-ovest nell'entroterra. Il movimento complessivo della sabbia è di conseguenza verso nord e nord-est. La maggiore velocità di movimento è lungo la costa, dove il vento da sud soffia piuttosto forte quasi tutti i pomeriggi e le sere. Quindi la sabbia non viene trasportata nell'interno dal mare che la deposita sulla costa, ma principalmente portata dalla forza del vento (si accumula nel *Namib Sand Sea* per circa 34000 km²). Il Grande Mare di Sabbia del Namib contiene dune, dalla forma più varia (Fig. 8), che cambiano in senso orizzontale spostandosi dall'oceano verso l'interno. Lungo alcuni punti della costa prevalgono le dune a barcana o a ferro di cavallo (la loro conformazione è determinata da eventi che agiscono sulle estremità più che sulla parte intermedia); nell'immediata zona costiera sono diffuse le dune trasversali (si estendono fino a 30 km nell'entroterra con il loro asse maggiore disposto perpendicolarmente alla direzione del vento principale; Fig. 9); nella parte centrale del deserto, fino a circa 90 km dalla costa, si rinvengono anche le dune longitudinali o lineari (il loro andamento è allineato con venti prevalenti da sud); all'estremità orientale del deserto, fino a 120 km di distanza dalla costa, si ritrovano infine le dune a stella (sono formate da venti provenienti da diverse direzioni per cui si presentano come piramidi di sabbia dotati di simmetria radiale e con tre o più lati che si dipartono dalla loro parte alta (Fig.10). Merita ricordare ancora che le dune longitudinali sono più giovani delle grandi dune a stella in quanto sono fatte risalire rispettivamente a 5000-7000 anni fa ed a 10000-43000 anni fa (Bristow, 2007; Garzanti *et al.*, 2012; Livingstone, 2013).

Osservazioni sul campo, comparate a quelle da aereo e da satellite, hanno permesso di cartografare (si veda in Livingstone, 2013) esattamente le aree del *Namib Sand Sea* dove si concentrano le differenti tipologie di dune (Figg. 5, 11).

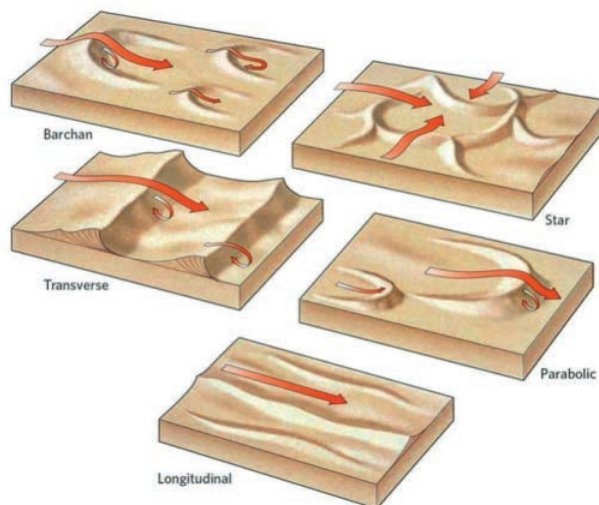


Fig. 8 - Le più comuni forme che si riscontrano nelle dune eoliche (vedi testo).



Fig. 9 - Dune trasversali nei pressi della linea di costa della Namibia



Fig.10 - Le alte dune a stella di Sossusvlei.

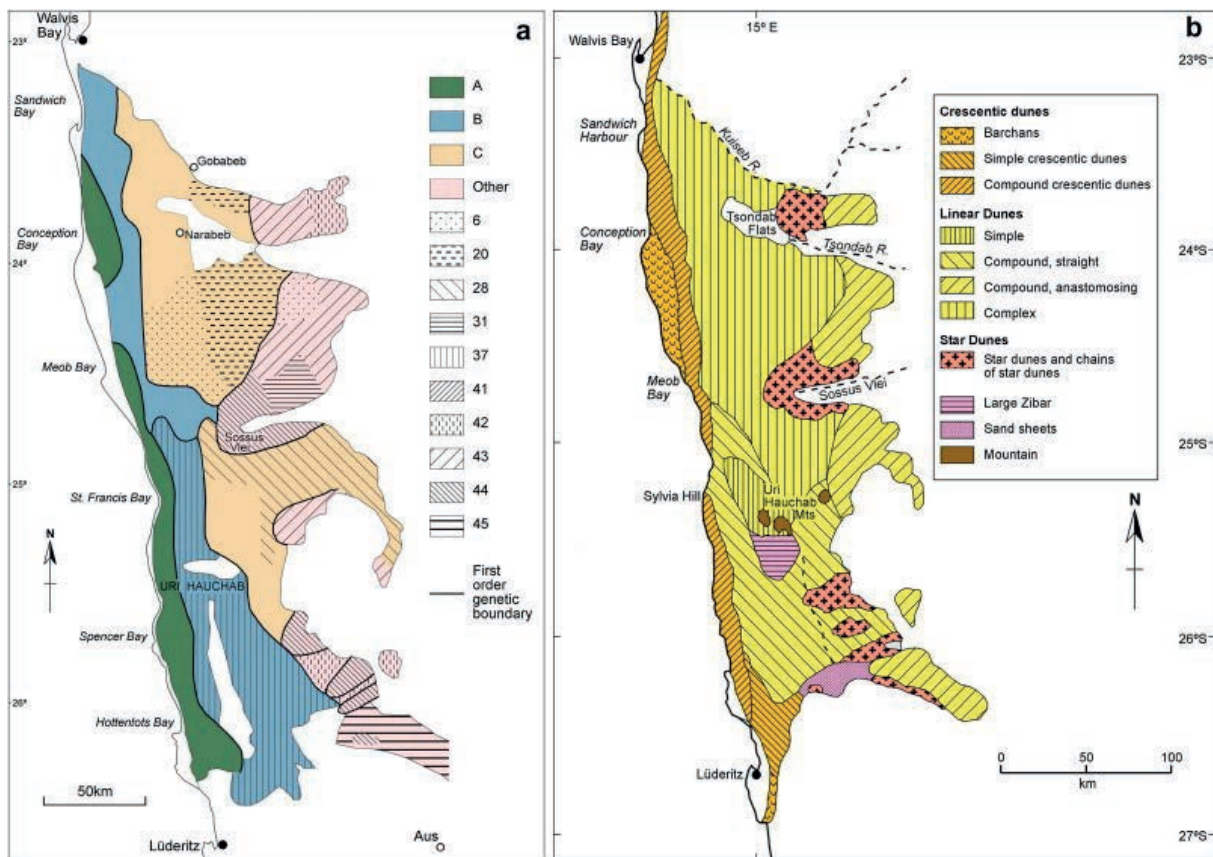


Fig. 11 - Carta del Namib Sand Sea riportante la distribuzione delle varie tipologie di dune eoliche (da Livingstone, 2013). Sul lato destro si possono notare le aperture nel mare di sabbia dovute ai fiumi effimeri Tsondab e Tsauhab.

Abbiamo visto che dal punto di vista composizionale la sabbia delle dune è sempre costituita per il 90-95% da quarzo e per il 5-10% da mica, feldspati, granati e magnetite. Le dune, però, hanno una colorazione che varia dal giallo-grigio (parte occidentale del Namib Sand Sea) al rosso (parte orientale). Certamente la colorazione rossa è dovuta all'ossidazione delle particelle di ferro presenti nella sabbia (Fig.12). In altre parole, i granuli di quarzo sono avvolti da patine di ossidi ed idrossidi di Fe derivanti da una intensa attività atmosferica e dal riciclo sedimentario della sab-

bia. Poiché l'ossidazione aumenta col passare del tempo, le dune più antiche sono quelle dal colore più intenso (soprattutto quelle di Sossusvlei, si veda più avanti). A incidere sull'ossidazione, comunque, è anche il cambio di forma delle dune (trasversali, lineari, a stella). Nelle aree interne del Namib Sand Sea parte della sabbia, che va a costituire le dune, proviene dall'erosione delle antiche (quindi già rosse perché ossidate) Arenarie di Tsondab sottostanti. Da ricordare, ancora, che alcune dune più alte ospitano depositi di magnetite¹; tali depositi si presentano sulla sabbia come

1 La magnetite ($Fe^2+Fe^3+2O_4$), appartenente al gruppo dello spinello, è il minerale ferroso con il più alto tenore di ferro (72,5%) utilizzabile industrialmente. È inoltre il minerale con le più intense "proprietà magnetiche" esistente in natura. La magnetite si forma quando l'idrossido di ferro $Fe(OH)_2$ si ossida in presenza di acqua. Rappresenta il principale minerale accessorio delle rocce basaltiche (soprattutto quelle appartenenti alle serie tholeitiche) ed è comune anche nelle rocce metamorfiche di derivazione magmatica o vulcano-sedimentaria basica (es. nelle rocce delle sequenze ofiolitiche). Localmente può essere un minerale fortemente rappresentato anche in rocce di genesi pneumatolitica e in skarn. È anche un prodotto secondario della trasformazione dei



Fig. 12 - Dune di Sossusvlei dalla intensa colorazione rossastra..

“pennellate” di colore scuro, allineate e parallele (questa loro configurazione è dovuta all’azione del vento che separa le particelle di diverso peso e le concentra in alcune aree piuttosto che in altre).

Sossusvlei, luogo magico

Questa area, posta quasi al centro della porzione orientale del *Namib Sand Sea*, costituisce uno dei tesori naturali più impressionanti della Namibia, tanto che il 21 giugno del 2013 è stata dichiarata dall’UNESCO Patrimonio dell’Umanità. La parola Sossusvlei nasce dai termini in lingua Nama “Sussu” = fiume cieco senza ritorno e “Vlei” = pantano, acquitrino. E in effetti, come vedremo di seguito, il Sossusvlei è fortemente legato al Fiume Tsauchab ed alle sue inondazioni. Il Tsauchab, che ha una lunghezza approssimativa di 150 km ed un bacino idrografico (secondo Villers *et al.*, 1964 comprende rocce molto antiche - dal Neoproterozoico al Cambriano - quali

quarziti, scisti, calcari, porfidi, graniti e gneiss) relativamente piccolo (circa 4000 km²), drena in gran parte le acque dei Monti Naukluft. Fino al tardo Pleistocene (12000 anni fa) esso raggiungeva l’Atlantico mentre oggi, anche per le scarse precipitazioni, perde le sue acque tra le dune di Sossusvlei (Fig.13). Più in particolare, il fiume si raccoglie negli strati porosi e fratturati delle sottostanti Arenarie di Tsondeb e si incanala lungo i suoi vecchi corsi attraversando un’ampia pianura di deflazione (il vento asporta i detriti presenti fra i ciottoli o i blocchi di roccia e nelle fessure degli affioramenti rocciosi); per circa 40 km, poi, penetra in profondità nel fianco orientale del mare sabbioso fino a tornare in superficie nella zona di Sossusvlei. Talvolta le acque continuano a scorrere sotto le dune fino alla costa, emergendovi come sorgenti di acqua dolce. Le superfici di drenaggio, alcune delle quali includono sottili strati di fango e occasionali sottili lastre di sabbia eolica, si trovano nel punto di ingresso delle dune lungo l’avvallamento fluviale. Il materiale trasportato dal

silicati di magnesio e di ferro. La magnetite è il più antico materiale magnetico conosciuto: era infatti già noto agli antichi Greci e prende appunto il nome dalla città di *Magnesia ad Sipylum*, nei pressi del monte Sipilo, dove si trovava in grandi quantità. Il termine "magnetismo" deriva quindi dal nome del minerale, non viceversa. La magnetite è un materiale ferromagnetico.



Fig. 13 - Immagine da satellite di Sossusvlei in cui è visibile il Fiume Tsauchab che termina la sua corsa. E' proprio intorno a quest'ultimo suo tratto esterno che si possono notare numerose dune a stella (contains modified Copernicus Sentinel data 2019, processed by ESA, CC BY-SA 3.0 IGO).

fiume è sostanzialmente costituito da fango, limo, sabbia e ghiaia fine: quello più grossolano rimane nei canali del fiume, mentre quello più minuto si deposita in sottili strati lungo il suo *thalweg* (segna la direzione naturale di un corso d'acqua) durante le fasi calanti delle inondazioni occasionali.

A caratterizzare il paesaggio di Sossusvlei sono senza dubbio le alte (altezza relativa media di circa 375 metri sopra il Fiume Tsauchab e un dislivello di circa 225 metri dalle valli vicine) dune a stella dai colori rossastri piuttosto intensi (Fig. 10). Come accennato in precedenza, al di sotto di queste dune se ne rinvengono altre (Arenaria di Tsondab) che testimoniano la presenza di un deserto nel Namib (Fig. 14) risalente a più di



Fig. 14 - Dune fossili (Arenarie di Tsondab), con letti incrociati, collocate alla base delle dune recenti di Sossusvlei.

20 milioni di anni fa. Le occasionali montagnette isolate ("inselberg"), che sorgono dai campi di dune vicino a Sossusvlei, consentono di appurare invece che sotto le dune recenti ed antiche si nascondono le rocce arcaiche della Namibia sud-occidentale (Basamento Precambriano della sequenza di Sinclair).

In contrasto con i campi di dune molto mobili del Namib occidentale (ad esempio Luderitz meridionale), le dune di Sossusvlei si muovono solo sulla cresta. Il vento, che sposta i granelli di sabbia, li fa risalire su per il fianco della duna spingendoli oltre la sommità; successivamente essi si depositano per gravità, facendo avanzare la duna nella stessa direzione del vento (Fig. 15, 16). È verosimile, quindi, ritenere che tra migliaia di anni queste imponenti dune si ergeranno ancora sulle pianure di Sossusvlei.

Tra le dune più significative di Sossusvlei, peraltro molto frequentate anche dai turisti, si ricordano le seguenti:

- la Duna 45. E' stata chiamata così perché si trova al 45° chilometro della strada che conduce da Sesriem a Sossusvlei (Fig. 17). Questa sua collocazione fa sì che essa rappresenti una tappa obbligata degli itinerari turistici e che venga considerata informalmente "la duna più fotografata del mondo". Si tratta di una duna,

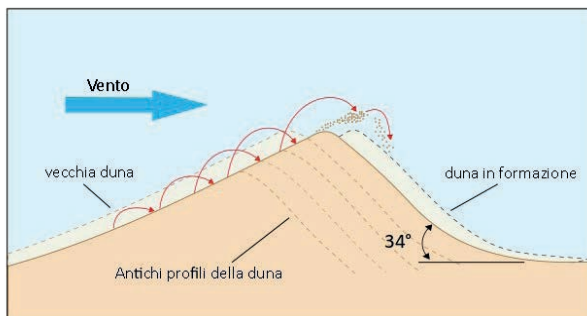


Fig. 15 - Schema di avanzamento delle dune di Sossusvlei.

dalla forma semplice ed elegante, alta 105 m rispetto all'altopiano circostante (dato il profilo relativamente poco ripido può essere scalata);

- la Big Daddy. E' da considerarsi la più alta duna di Sossusvlei e del mondo, dato che raggiunge i 390 m circa (trattandosi di una duna di sabbia, la sua altezza è variabile);
- la Big Mama. Posizionata di fronte alla precedente, mostra anch'essa un carattere di imponenza;
- la Duna 9. Tra le dune di Sossusvlei, che superano i 300 m di altezza, questa si distingue per i suoi 350 m circa.

Altro aspetto significativo del paesaggio di Sossusvlei è quello dei "Vlei: singolari bacini alluvionali di varie dimensioni, altezze ed età, con il fondo ricoperti da sedimenti argillosi e calcarei (Fig. 18).

Il Fiume Tsauchab, secco per gran parte



Fig. 17 - La Duna 45 costituisce una tappa fondamentale per chi giunge a visitare l'area di Sossusvlei.



Fig. 16 - Il movimento sulla cresta delle dune.

dell'anno, si riempie d'acqua solo in occasione di piogge particolarmente intense. Le alluvioni che ne derivano sono quindi di tipo temporaneo e non si verificano tutti gli anni. Le sue acque spariscono rapidamente nelle sabbie, dopo la stagione delle piogge, mentre sul fondo dei Vlei si depositano i fanghi argillosi ed i limi giallo-grigi e calcarei (provenienti dall'erosione sia delle rocce carbonatiche dei monti Naukluft e Tsaris, sia del *calcrete* locale). Dopo il completo asciugamento della conca rimane, sul fondo, un sedimento fangoso, finissimo, quasi impalpabile (Fig. 19); quando tale sedimento inizia ad essiccarsi, si contrae per cui si crepa (*mud cracks*). Con il progredire dell'essiccamento, si produce un "arricciamento" nella crosta fratturata perché la parte superiore di questa si restringe, mentre quella sottostante (più molle) rimane della stessa dimensione; intanto le singole crepe si espandono e si uniscono, formando un mosaico di forme poligonali. Una volta consolidato, il deposito assume una colorazione



Fig. 18 - Veduta aerea dell'area di Sossusvlei dove il Tsauchab termina la sua corsa (in basso al centro). Dei due Vlei osservabili in alto, quello a destra è il Deadvlei (Foto Olga Ernst, 2017).



Fig. 19 - Crepe superficiali nelle argille bianche (*mud cracks*) deposte sul fondo dei Vlei. Tali crepe individuano, nello strato argilloso essiccato, porzioni dalla tipica struttura concava.

biancastra. I Vlei sono separati, l'uno dall'altro, da piccole “catene” di dune. Spesso il Tsauchab si divide in vari rami proprio perché non è in grado di sfondare le barriere dunali ammassate durante la stagione delle piogge. Alcuni Vlei sono circondati da ammassi di sabbia così imponenti da impedire l'afflusso d'acqua; per questo motivo sono destinati ad insabbiarsi sempre più. Un deserto che guadagna terreno fa pensare che, ad ovest di Sossusvlei, possano trovarsi sepolti i depositi argillosi e calcarei che hanno già perso la lotta contro la sabbia.

Tra i Vlei creati dal Tsauchab due costituiscono le attrattive principali: il Sossusvlei (che dà il nome a tutta l'area) e il più grande Deadvlei.

IL SOSSUSVLEI

È un lago terminale del Tsauchab (modellato dalle sue acque attraverso i millenni), quasi sempre asciutto e di forma grosso modo ellittica (Fig.20). Nelle stagioni delle piogge il fiume rompe la cintura di sabbia e si riversa nella cavità del Vlei; le acque vi ristagnano, per un periodo più o meno breve, finché spariscono nelle sabbie piano piano. Facendo riferimento agli ultimi 40 anni, il fenomeno è stato osservato diverse volte (nel 1986, 1987, 1989, 1997, 2000, 2006, 2022) ma con intensità diversa (nel 1997 si è verificata la più grande esondazione in assoluto, la quale ha dato vita ad un vero e proprio lago con acque profonde fino a 2 m; nel 2006 ci furono danni alle



Fig. 20 - L'immagine è riferita alla fase di allagamento del bacino di Sossusvlei durante la stagione delle piogge del 2006 (Foto Falense).

strutture a Sesriem, ma solo alcuni Vlei furono inondati).

IL DEADVLEI

Detto anche “Dead Vlei” (cioè Vlei morto), è costituito da una depressione di forma ovale dal fondo ricoperto uniformemente di fine argilla bianca (Figg. 18, 21). Esso si trova a sud - sudest di Sossusvlei (circa 2 km di strada da questo) e rappresenta, analogamente agli altri Vlei vicini, un antico lago terminale del Tsauchab; ormai è totalmente isolato dalla cintura di dune per cui le acque del fiume non possono più rientrare nella conca. I sedimenti del Deadvlei, che ha dimensioni decisamente maggiori rispetto al Sossusvlei, sono stati depositi tra 900 e 300 anni fa durante un



Fig. 21 - Come si presenta, giungendo da sud, il Deadvlei all'interno dell'anfiteatro di dune. Oltre alla singolare geologia colpisce anche la presenza di tre colori nettamente contrastanti: il blu intenso del cielo, il rosso delle dune e il bianco delle argille.



Fig. 22 - L'interno bianco e pianeggiante della conca di Deadvlei con i resti carbonizzati di *Acacia erioloba*.

periodo di maggiore attività fluviale (Brook *et al.*, 2006). La presenza di acqua ha permesso, nel tempo, la crescita di numerosi alberi di *Acacia erioloba* (chiamata anche Camelthorn, che significa “spina del cammello”). Quando il clima è cambiato, la siccità ha colpito l'area per cui le dune di sabbia l'hanno invasa bloccando il passaggio del fiume. Di conseguenza, gli alberi non hanno più avuto acqua a sufficienza per sopravvivere e sono morti. Si ritiene che ciò sia avvenuto 600-700 anni fa (ca. 1340-1430) e che i loro secchi resti (per questo non si decompongono) siano divenuti neri perché bruciati dagli intensi raggi solari (Fig. 22). La fila di alberi verdi di Camelthorn, che si può osservare lungo l'ampia valle del Tsauchab non può non legarsi alla presenza di acqua nel sottosuolo. La morte di numerosi alberi, che si può osservare nell'area, dimostra quindi che in tempi più recenti si è avuto un calo generale del livello delle acque sotterranee non tanto dovuto alle scarse piogge, quanto alla sempre maggiore utilizzazione dell'acqua ai fini agricoli. A comprova di ciò si ricorda che nel 1997 e nel 2000 le stagioni delle piogge furono particolarmente intense ma la mancanza dell'acqua si fece ancora sentire.

Un'altra evidenza del complesso sistema idrogeologico dell'area è rappresentata dalla presenza di *Acanthosicyos horridus*, una pianta longeva



Fig. 23 - All'alba e al tramonto le sabbie di Sossusvlei assumono colorazioni più accese. Gli Orici sono tra i frequentatori abituali di queste dune colorate (foto Sergio Crocetti).

che i locali chiamano “Nara” e che spesso attira l'attenzione per i frutti simili a piccoli cocomeri spinosi. Questa cucurbitacea, che si è adattata a vivere nell'estremo clima arido del Deserto del Namib (oltre a sfruttare l'umidità superficiale del mattino, si è dotata di spesse radici che, raggiungendo i 30 m di profondità, vanno ad intercettare le acque sotterranee della falda profonda), si trova in prossimità dei corsi d'acqua effimeri e nelle aree sabbiose stabili prive di dune mobili.

Dopo avere elencato brevemente le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del fantastico Namib, vale la pena ricordare che esso non è soltanto un deserto ma anche un'area che può sorprendentemente presentare numerose forme di vita animale. Un esempio è fornito dai molti tipi di gazzelle, compresi i bellissimi Orici (*Oryx gazella*, Linnaeus, 1758) (Fig. 23), che si sono adattati ad un ambiente ampiamente ritenuto inospitale. Spero che il lettore dell'articolo percepisca ciò che si può provare a vedere “dal vivo” le bellezze offerte dal Deserto del Namib, bellezze non solo geologiche e naturalistiche ma anche “cariche” di emozione.

Bibliografia

- Besler H., Lancaster N., Bristow C., Hensche I J., Livingstone I., Seely M. & White K. (2013) - *Helga's dune: 40 years of dune dynamics in the Namib desert*. Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography, 95(4): 361-368.
- Besler H. (1970) - *Geomorphologie der Wüste*. Namib und Meer, Swakopmund, 1: 59-67.
- Besler H. (1972) - *Geomorphologie der Dunen*. Namib und Meer, Swakopmund, 3: 25-35.
- Bristow C., Duller G. & Lancaster N. (2007) - *Age and dynamics of linear dunes in the Namib Desert*. Geology, 35: 555-558.
- Brook G. A., Srivastava P. & Marais E. (2006) - *Characteristics and OSL minimum ages of relict fluvial deposits near Sossusvlei, Tsauchab River, Namibia, and a regional climate record for the last 30ka*, - Journal of Quaternary Science, 21(4): 347-362.
- Eckardt F.D., Soderberg K., Coop L.J., Muller A.A., Vickery K.J., Grandin R.D., Jack C., Kapalanga T.S. & Henschel J. (2013) - *The nature of moisture at Gobabeb, in the central Namib Desert*. Journal of Arid Environments, 93: 7-19.
- Feder A., Zimmermann R., Stollhofen H., Caracciolo L., Garzanti E. & Andreani L. (2018) - *Fluvial-aeolian sedimentary facies, Sossusvlei, Namib Desert*. Journal of Maps, 14(2): 630-643.
- Foster D.A. & Goscombe B.D. (2013) - *Continental Growth and Recycling in Convergent Orogens with Large Turbidite Fans on Oceanic Crust*. Geosciences, 3(3): 354-388.
- Jacobson P. J., Jacobson K. M. & Seely, M. K. (1995) - *Ephemeral rivers and their catchments: Sustaining people and development in western Namibia*. Windhoek: Desert Research Foundation of Namibia.
- Garzanti E., Vermeesch P., Andò S., Boni M., Lustrino M. & Vezzoli G. (2012) - *From Lesotho basaltic highlands to the Namib Sand Sea: long-distance transport and compositional variability in the wind-displaced Orange Delta*. Geophysical Research Abstracts, 14, EGU General Assembly 2012.
- Goscombe B., Gray D.R. & Hand M. (2004) - *Variation in metamorphic style along the northern margin of the Damara Orogen, Namibia*. J. Pet., 45: 1261-1295.
- Goudie A.S. (2021) - *Aeolian processes and landforms*, Geological Society, London, Memoirs, 58: 299 - 312.
- Gray D. R., Foster D. A., Meert J. G., Goscombe B. D., Armstrong R., Trouw R. A. J. & Passchier C. W. (2008) - *A Damara orogen perspective on the assembly of southwestern Gondwana*. Geological Society, London, Special Publications, 294(1): 257-278.
- Grünert N. (2013) - *Namibia. Fascination of Geology*. Klaus Hess Publishers, Göttingen/Windhoek.
- Hamukuaya H. & Willemsse N. (2013) - *Science to governance in the Benguela current large marine ecosystem*. Stress, Sustainability, and Development of Large Marine Ecosystems During Climate Change: Policy and Implementation, 18: 129-146.
- Hawkesworth C. J., Kramers J. D. & Miller R. M. (1981) - *Old model Nd ages in Namibian Pan-African rocks*. Nature, 289(5795): 278-282.
- Kaiser K. (1973) - *Beiträge zur Geomorphologie der Namib-Küstenwüste: Begleitwortezueiner: Skizze ihrer geomorphologischen Landschaftseinheiten*. Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, Supplement Geomorph. N. F. 17: 156-167., Leipzig.
- Krapf C., Stollhofen H. & Stanistreet I. (2003) - *Contrasting styles of ephemeral river systems and their interaction with dunes of Skeleton Coast Erg (Namibia)*. Quaternary International, 104: 41-52.
- Lancaster N. (1982 a) - *Dunes on the skeleton coast, Namibia (South West Africa): Geomorphology and grain size relationships*. Earth Surf. Process. Landforms, 7: 575-587.
- Lancaster N. (1982 b) - *Linear dunes*. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 6(4): 475-504.
- Lancaster N. (1989) - *Then Namib Sand Sea: Dune forms, processes and sediments*. Rotterdam, Balkema.
- Lancaster N. (2002) - *How dry was dry? Late Pleistocene palaeoclimates in the Namib Desert*. Quaternary Science Reviews. 21 (7): 769- 782.
- Longridge L., Gibson R.L., Kinnaird J.A. & Armstrong R.A. (2011) - *Constraining the timing of deformation in the southwestern Central Zone of the Damara Belt, Namibia*. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 357: 107-135.
- Livingstone I. (2013) - *Aeolian geomorphology of the Namib Sand Sea*. Journal of Arid Environments, 93: 30-39.
- Mc Dermott F., Harri N.B.W. & Hawkesworth C.J. (2000) - *Geochemical constraints on the petrogenesis of Pan-African A-type granites in the Damara Belt, Namibia*. Commun. Geol. Surv. Namib., 12: 139-148.
- Mitchell D., Henschel J., Hetem R., Wassenaar T.D., Strauss W.M., Hanrahan S. & Seely M., (2020) - *Fog and fauna of the Namib Desert: past and future*. Ecosphere, 11. 10.1002/ecs2.2996.

- Miller R. Mc L. (1983) - *The Pan-African Damaraorogen of South West Namibia/Africa*. Geol. Soc. S. Afr. Spec. Publ., 11: 431-515.
- Mohrholz V., Schmidt M., Lutjeharms J. & John H.-Ch. (2001) - *The hydrography and dynamics of the Angola-Benguela Frontal Zone and environment in April 1999*. South African Journal of Science, 97: 199-208.
- Mohrholz V., Schmidt M., Lutjeharms J. & John H.-Ch. (2004) - *Space-time behaviour of the Angola Benguela Frontal Zone during the Benguela Niño of April 1999*. International Journal of Remote Sensing.
- Muhs D.R. (2004) - *Mineralogical maturity in dunefields of North America, Africa and Australia*, Geomorphology, 59 (1-4): 247-269.
- Prave A.R. (1996) - *Tale of three cratons: Tectostratigraphic anatomy of the DamaraOrogen in northwestern Namibia and the assembly of Gondwana*. Geology, 24: 1115-1118.
- Stanistreet I.G. & Stollhofen H. (2002) - *Hoanib River flood deposits of Namib Desert inter dunes as analogues for thin permeability barrier mudstone layers in aeolianite reservoirs*. Sedimentology, 49: 719-736.
- Shannon L.V., Boyd A.J., Brundrit G.B. & Taunton-Clark J. (1986) - *On the existence of an El Nino-type phenomenon in the Benguela system*. Journal of Marine Research, 44: 495-520.
- White K., Walden J., Drake N., Eckardt F. & Settlell J. (1997) - *Mapping the iron oxide content of dune sands, Namib Sand Sea, Namibia, using landsat thematic mapper data*. Remote Sensing of Enviroment, 2:30-39.
- Villers J.D., Wiid B.L., Kleywegt R.J., Martin H., Heath D. C. & Besaans A.J. (Bouguer Anomalies) (1964) - *Geological Map of south-West Africa. Showing mineral occurrence sand gravity contours*. (Cartographers). Pretoria: The Government and Stationery Office. The Republic of South Africa, Pretoria and CapeTown.