

Preprint

Appunti da un viaggio di studio

...ciò che abbiamo imparato e che non avremmo altrimenti appreso



a cura di
Giuseppe Enne

realizzato da
Ivana Casu



**Nucleo Ricerca Desertificazione
Università degli Studi di Sassari**

Con il contributo di:

Simona Bassu, Vittoriana Canu, Emanuele Cauli, Fabrizio Comparetti, Tiziana Cugia, Rosalia Dore, Ileana Iocola, Michele Fois, Maurizio Laconi, Giovanni Latte, Marco Ledda, Mario Loi, Emanuela Melis, Daniele Pittalis, Stefania Solinas, Giuseppe Tanda.

Si ringrazia per la collaborazione il Prof. Giorgio Ghiglieri del Dipartimento di Geopedologia della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Sassari, non solo per aver fornito un'importante contributo all'approvvigionamento del materiale fotografico e documentario necessario per il presente lavoro, ma anche per il valido supporto tecnico e scientifico fornito in fase di formulazione dei contenuti.

Per la collaborazione dal punto di vista tecnico-scientifico si ringrazia, inoltre, in generale tutto lo staff di ricercatori e tecnici della Facoltà di Agraria e i colleghi del Nucleo di Ricerca Desertificazione, questi ultimi in particolare anche per i consigli e il supporto pratico.

Infine, ultime ma non meno importanti, un sentito ringraziamento alle tutor del Master F-RIADE Stefania Sechi e Daniela Brandano, per il sostegno e per aver messo a disposizione il loro materiale fotografico.

INDICE

1 Emergenze ecologiche ed economiche nell’Africa peri-sahariana.....	
1.1 Inquadramento generale dell’area di studio.....	
1.1.1 Posizione geografica.....	
1.1.2 Caratteristiche climatiche e geomorfologiche.....	
1.2 Evoluzione storica degli insediamenti e problematiche socio-economiche.....	
2 Processi di degrado.....	
2.1 Impatto sull’ambiente di fauna selvatica e allevamento.....	
2.1.1 Fauna selvatica e desertificazione.....	
2.1.2 Degrado delle zone marginali a causa dell’allevamento, in particolare quello caprino.....	
2.1.3 Una pratica zootecnica sostenibile per le aree a rischio climatico: l’allevamento del dromedario.....	
2.2 Vegetazione.....	
2.2.1 La vegetazione naturale.....	
2.2.2 Pratiche agricole tradizionali e moderne.....	
2.3 Suolo.....	
2.3.1 Degrado <i>in situ</i>	
2.3.1.1 Degrado fisico: compattazione.....	
2.3.1.2 Degrado chimico: acidificazione e salinizzazione.....	
2.3.1.3 Degrado biologico.....	
2.3.1 Erosione eolica.....	
2.3.2 Erosione idrica.....	
2.4 Acqua.....	

2.4.1 Riserve idriche dell'area peri-sahariana e problematiche connesse alla gestione della risorsa.....	
3 La lotta alla desertificazione sul piano istituzionale.....	
3.1 Istituzioni e organizzazioni nazionali e transnazionali.....	
3.1.1 L'IRA (Institut des Régions Arides).....	
3.1.2 L'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel).....	
3.1.3 Il CRESA (Centre Régional pour l'Enseignement Spécialisé en Agriculture).....	
3.1.4 Altri enti.....	
3.2 Programmi di studio e di azione.....	
3.2.1 Piani d'Azione Nazionali.....	
3.2.1.1 Il PAN tunisino.....	
3.2.1.2 Il PAN nigerino.....	
3.2.2 Progetti di cooperazione internazionale nei paesi del Sahel.....	
4 Interventi di mitigazione.....	
4.1 Studi e azioni effettuate in Tunisia per la salvaguardia dell'ambiente naturale.....	
4.1.1 L'istituzione di parchi in Tunisia.....	
4.1.2 Studio e tutela della fauna.....	
4.1.2.1 Il programma di studio della fauna selvatica nel sud-est della Tunisia	
4.1.2.2 Il programma di salvaguardia e reintroduzione dell' <i>houbara bustard</i>	
4.1.3 Sperimentazioni per l'utilizzo del dromedario come specie da pascolo.....	
4.1.4 Salvaguardia delle specie vegetali.....	
4.2 Strategie di lotta contro l'erosione idrica ed eolica.....	
4.3 Un progetto di fissazione delle dune in Mauritania.....	
4.4 Il ripristino della jachère.....	
4.5 Studi sulle possibilità di utilizzo delle acque saline in agricoltura.....	

4.6 Strategie d'intervento per la gestione comune di riserve idriche interregionali: il programma SASS.....	
4.7 Tecniche per la raccolta e conservazione dell'acqua e per una corretta gestione della risorsa idrica.....	
5 Un caso di studio: il progetto Keita.....	
5.1 Caratterizzazione geografica e ambientale della zona oggetto dell'intervento.....	
5.1.1 Inquadramento geografico dell'area.....	
5.1.2 Condizioni climatiche e geomorfologiche.....	
5.2 Obiettivi.....	
5.3 Metodologie d'intervento.....	
5.3.1 Opere di regimazione idrica.....	
5.3.1.1 Costruzione di <i>banquettes</i> nei <i>glacis</i> e nelle valli.....	
5.3.1.2 Scavo di trincee nei pendii.....	
5.3.1.3 Costruzione di briglie in gabbioni e piccoli sbarramenti in terra lungo i <i>koris</i>	
5.3.1.4 Costruzione di dighe sul letto dei fiumi.....	
5.3.2 Rimboschimenti.....	
5.4 Effetti benefici delle attività sull'agroecosistema.....	
5.5 Il miglioramento della condizione socio-economica.....	
5.5.1 La partecipazione popolare e il ruolo della donna.....	
5.5.2 Infrastrutture e servizi.....	
5.6 Il futuro di Keita.....	

1. Emergenze ecologiche ed economiche nell'Africa peri-sahariana

1.1. Inquadramento generale dell'area di studio

1.1.1. Posizione geografica

Con un'area di 30.330.000 km² (pari al 22% della superficie terrestre), l'Africa è il secondo continente al mondo per dimensioni.

L'Africa peri-sahariana è caratterizzata dalla presenza di un'imponente catena montuosa (l'Atlante, che si estende dal Marocco alla Tunisia per ben 2.400 km e le cui cime in alcuni casi superano i 4.000 m.) e del più vasto deserto del mondo, il Sahara, il cui nome venne coniato da un viaggiatore arabo Ibn-el-Hakem, e significa "vuoto".

Il deserto del Sahara si estende per circa 1.600 km da nord a sud e per 5.150 km da est a ovest, con una superficie complessiva di 9,1 milioni di km² (quasi pari al territorio degli Stati Uniti), dei quali circa 207.000 occupati dalle oasi. Attraversa tutta l'Africa del Nord, dall'Oceano Atlantico al Mar Rosso, toccando ben dodici nazioni (fig. 1) e assumendo in ciascuna di esse un aspetto particolare. I mari di sabbia in Egitto, i canyon dell'Akakus in Libia con le sue incisioni rupestri, il massiccio degli Hoggar in Algeria, le case di fango a Timbuctù e le dune del Mali sono solo alcuni dei suoi mille volti.



Figura 1. Paesi dell'area perisahariana (fonte: www.worldatlas.com)

A sud del deserto, questa depressione continua attraverso una regione di transizione, il Sahel, il cui nome in arabo significa "sponda, riva" (del deserto, visto come un mare di sabbia). Si tratta di una zona prevalentemente pianeggiante e con modeste alture. Il Fouta-Djalon, a sud ovest, l'Atakora e

l'Adamaoua nel nord del Bénin, ed infine la zona a sud ovest del Camerun sono le poche cime presenti.

A nord il Sahara s'incontra con il Maghreb, nome che letteralmente significa "luogo ove tramonta il sole" e che indica i paesi a nord-ovest del continente (Tunisia, Algeria e Marocco) che gli arabi anticamente concepirono come una sorta di isola (*Jazirat al-Maghreb*) posta fra quelli che per loro erano tre mari diversi: il Mediterraneo a nord, l'Atlantico ad ovest e il deserto a sud.

1.2. Caratteristiche climatiche e geomorfologiche

Le condizioni climatiche e ambientali degli stati peri-sahariani sono profondamente influenzate dalla vicinanza del deserto, che spesso occupa buona parte del loro territorio e di anno in anno ne copre una superficie sempre maggiore.

Per meglio conoscere le condizioni ambientali dell'area peri-sahariana che andremo a presentare è forse necessario fornire prima un inquadramento generale del grande deserto africano (Sahara) i cui aspetti climatici e morfologici influenzano fortemente la vita delle popolazioni del Maghreb e del Sahel.

Il *Sahara* non è stato sempre un deserto ma ha subito, come tutta la terra, sensibili alternanze climatiche. Ci fu un tempo in cui era anche ricoperto dai ghiacciai, poi fu invaso parzialmente dal mare; all'epoca dei dinosauri era bagnato da grandi fiumi, costellato da laghi e acquitrini. Queste condizioni mutarono quando in Europa si concluse l'ultima glaciazione, e il nord Africa divenne arido più o meno come oggi. Seguì infine una breve fase umida (da 7.000-5.000 anni fa) e poi un altro inaridimento fino ai tempi nostri. La varietà delle condizioni climatiche nel corso dei millenni ha lasciato delle importanti impronte sul suo paesaggio.

Da un punto di vista morfologico, il Sahara è una piattaforma tabulare paleozoica con un'altitudine media compresa tra i 400 e i 500 metri, coperta qua e là da formazioni più recenti, del Mesozoico e del Neozoico. Alle superfici tabulari, sopraelevate, si alternano depressioni, più o meno ampie e pronunciate; alcune di esse si situano a quote al di sotto del livello del mare, come quelle dell'Egitto e dell'Algeria (ad esempio, la depressione di Qattâra a -133 m).

Si possono distinguere tre tipi di paesaggio sahariano:

- il primo, chiamato *Serir*, è costituito prevalentemente da grandi superfici ricoperte di ciottoli arrotondati e ghiaie, chiaro indizio della presenza di antiche acque correnti che hanno levigato le pietre;

- il secondo è l'*Hammada*, o deserto roccioso, formato prevalentemente dalle lave eruttate in superficie dagli antichi vulcani (fig. 2);
- infine vi è l'*Erg*, il deserto sabbioso (fig. 3), che rappresenta solo un decimo (per esattezza il 14%) della superficie complessiva del Sahara.



Figura 2. *Hammada* (Algeria). Sebbene nell'immaginario collettivo il Sahara sia spesso identificato con le sue grandi distese di dune, questo è uno dei suoi volti più tipici (foto: www.thesahara.fsnet.co.uk).

A causa della forte escursione termica (si va da temperature al di sotto dello zero durante la notte fino a oltre 54 °C durante il giorno, specialmente nelle aree occidentali e centrali) le rocce si sono lentamente sgretolate fino a trasformarsi in sabbia, la quale, a sua volta, sospinta dal vento, ha un'azione abrasiva sulle rocce che incontra sul suo cammino. Nelle conche o vicino ai rilievi queste sabbie si accumulano di continuo originando campi molto estesi, nei quali le dune sono allineate in lunghe catene che possono raggiungere centinaia di metri d'altezza. I più importanti erg si trovano nel Sahara algerino (Grande Erg Occidentale e Grande Erg Orientale), nel Sahara centrale (Erg Chech ed Erg di Libia) e in quello meridionale (Ouarane).



**Figura 3. Tunisia, complesso di dune nella Nefzaoua, Grande Erg Orientale
(foto da “Alla scoperta della Tunisia del Sud”, H. B. Ouezdou)**

Il clima sahariano è uniformemente arido. Le sue caratteristiche principali sono: temperature elevate, forte escursione termica fra il giorno e la notte, piogge irregolari (prevalentemente a carattere temporalesco) e una stagione secca molto lunga. In molte zone le precipitazioni annue non superano i 100 mm. e in alcune di esse non piove affatto per decenni. Il deserto libico, esteso tra la Libia, l'Egitto e il Sudan settentrionale, è considerato la zona più arida del Sahara, anche se non mancano le oasi, seppure rare. La valle del Nilo e la regione montuosa del deserto di Nubia, a est del Nilo, sono considerate parti del Sahara, ma in queste zone l'irrigazione ha trasformato il suolo desertico in un terreno fertile e coltivabile.

L'idrografia superficiale è rappresentata da fiumi stagionali, in arabo *wadi*, ossia letti fluviali asciutti che diventano corsi d'acqua in occasione delle piogge. Qualunque forma di vita nel deserto dipende in maniera assoluta dalle oasi e dalla possibilità di recuperare dell'acqua.

Anche il clima del *Sahel* (fig. 4) è piuttosto arido ed è caratterizzato da due stagioni: una più lunga secca e una delle piogge, quest'ultima tanto più breve quanto più si sale in latitudine. Ai confini meridionali del Senegal, del Mali e del Burkina essa dura teoricamente quattro mesi: da giugno a

settembre. Più a nord, la stagione umida dura normalmente molto meno, fino ad arrivare al deserto vero e proprio, che copre quasi tutta la Mauritania e la maggior parte del Mali.

La piovosità della regione saheliana, di norma ridottissima, in media tra i 250 e i 500 mm/anno, consente una sopravvivenza dagli equilibri molto delicati. Se infatti le piogge ritardano, sono scarse, o addirittura non arrivano, questi equilibri si spezzano e si prospetta l'estrema calamità della siccità con conseguente carestia. Le piogge sono originate dai venti umidi del sud (Golfo di Guinea) e dallo scontro di masse d'aria diverse che normalmente raggiungono i limiti settentrionali del Sahel. L'eventuale ritardo delle piogge e la siccità causano tanti altri squilibri, come vedremo meglio più avanti.



Figura 4. Filingué, Niger. L'aridità del clima segna il paesaggio saheliano, dove la vegetazione è molto rada e prevalentemente steppica con forti segni di erosione (fonte:web.mit.edu)

La situazione climatica del Maghreb (fig.5) è invece più complessa e più direttamente influenzata dalla morfologia. Tre sono le componenti fisiografiche principali che determinano la

diversificazione del clima maghrebino: a nord i *rilievi montuosi* che costituiscono una barriera naturale alle correnti d'aria fredda e calda e il *mar Mediterraneo*, che origina e distribuisce umidità; a sud il *deserto*, basso e uniforme, sorgente di aridità. Da questa situazione deriva la divisione della zona maghrebina in due fasce climatiche lungo una direttrice SO-NE: una meridionale secca e calda e una settentrionale umida.



Figura 5. Marocco, Alto Atlante. Gli influssi mediterranei sul clima marocchino lasciano tracce evidenti sul paesaggio, in cui la vegetazione dominante è rappresentata dalla macchia (foto I. Casu)

In questo quadro, la posizione e l'altitudine dei rilievi diventano determinanti per la diversificazione del clima, in quanto assumono funzione di barriera tra le aree costiere e le aree più meridionali dell'entroterra. Così, mentre le prime godono di un clima che risulta alquanto favorevole alle attività umane, la zona posta al di là dei rilievi si presenta piuttosto inospitale per l'eccessiva aridità e le temperature di picco.

La presenza di rilievi montuosi, d'altra parte, impedisce al deserto di progredire a settentrione, e laddove questi mancano o assumono conformazione collinare, l'influenza del deserto si estende sin quasi alla costa. E' il caso dell'Egitto, della Libia e parzialmente della Tunisia.

La piovosità per le ragioni già dette tende a diminuire da nord verso sud; essa raggiunge i più alti indici nelle zone del Rif, del Medio e Alto Atlante, e soprattutto del Djurdjura, la più alta vetta del

Tell algerino, dove si possono anche superare i 1.200 mm di pioggia annui. Nelle zone più meridionali, in prossimità del Sahara, le precipitazioni si attestano invece intorno ai 250 mm annui.

1.2. Evoluzione storica degli insediamenti e problematiche socio-economiche

Le popolazioni dell'area peri-sahariana concepivano il deserto come un mare, immenso e privo di vita. Tuttavia, a differenza di quello che si potrebbe credere, esso storicamente non ha rappresentato un fattore di isolamento ma una via di comunicazione, ed è stato culla e teatro di grandi civiltà.

Sino a 3.000-4.000 anni fa il clima sahariano era più umido, e questo ha favorito gli insediamenti umani: già 8.000 anni fa vi si praticava l'agricoltura e la pastorizia. I popoli che hanno dato luogo a queste forme di antropizzazione edificarono stati di grande potenza economica e militare che controllavano e gestivano i rapporti fra i villaggi basando la loro economia sullo scambio mercantile.

Nel primo millennio a.C. nel Sahara nacquero le prime vie commerciali transahariane, che permisero gli scambi tra le popolazioni a nord e a sud del deserto; i contatti furono molto attivi. Nuovo impulso a questi rapporti commerciali fu dato dai cartaginesi nel III secolo a.C. e dai romani tre secoli più tardi (figg. 6 e 7). Tra le altre popolazioni che si insediarono nelle aree sahariane o nelle loro vicinanze troviamo mauri, tuareg, fulani, nero-sudanesi, berberi e arabi.

Con l'aumento graduale dell'aridità e con l'espansione della superficie del deserto, si è verificata nel tempo una migrazione delle popolazioni verso le aree più a sud o più a nord dove era ancora possibile praticare l'agricoltura. Le comunicazioni tra la costa mediterranea e il Sahel non furono tuttavia mai interrotte, anche se l'espandersi del deserto rappresentava certamente una difficoltà.

Una svolta si ebbe quando gli arabi introdussero il dromedario come animale da soma: le vie carovaniere che attraversavano il Sahara e le città mercantili degli imperi sudanesi divennero sempre più importanti a partire dall'VIII secolo e raggiunsero l'apice tra il XIII e il XVI secolo. I rapporti tra gli arabi e le altre popolazioni furono importanti non solo per gli accresciuti scambi commerciali, ma anche per l'introduzione della scrittura con i caratteri arabi nelle lingue locali e per la nascita di istituzioni culturali molto fiorenti legate alla cultura islamica.

Le merci che venivano trasportate erano soprattutto oro, sale, pepe, armi, abiti, tessuti, avorio e cuoio, oltre a manufatti di vario genere; era inoltre praticata la tratta degli schiavi.



Figura 6. Città di Djemila, Algeria, fondata dai romani nel I sec. d.C. (www.middleeasttours.com.au)



Figura 7. Il Sahara in una carta tratta dalla *Geografia* di Tolomeo, II sec. d.C. I romani intrattenevano fiorenti rapporti commerciali con i popoli del Maghreb (fonte: www.thesahara.fsnet.co.uk).

L'arrivo degli europei sulla costa occidentale dell'Africa indebolì il commercio transahariano, fino a determinarne la fine nel corso del XIX secolo, segnando la progressiva decadenza di quelle città che erano state splendidi capolinea dei traffici attraverso il deserto, come Timbuctu, Oualata, Kuka e Kairouan in Tunisia, il cui nome significa, appunto, “carovana”(fig. 8).

La prima profonda modifica apportata dalla colonizzazione nel continente africano fu di tipo socio-economico, per effetto della tratta degli schiavi. La schiavitù in Africa esisteva anche prima dell'arrivo degli europei: gli arabi, ad esempio, avevano messo in atto una tratta verso oriente che spesso riguardava uomini che avevano subito qualche condanna; tuttavia nella cultura musulmana lo schiavo godeva del diritto al matrimonio e alla non separazione della madre dal bambino. La schiavitù in Europa era simile a quella africana nell'utilizzo degli schiavi per i servizi domestici o per le attività nei campi, ma allo schiavo non venivano riconosciuti neanche i più elementari diritti umani.



Figura 8. Moschea di Kairouan, Tunisia (foto G. Latte).

Quando avvenne il “prelievo” di manodopera nera per le Americhe, lo schiavo venne considerato una “merce” altamente redditizia e non più una persona. Le conseguenze per l’Africa occidentale furono disastrose, sia perché vennero eradicati dalla loro terra persone giovani e sane, sia perché saltarono gli equilibri socio-economici precedentemente creati nella società africana. Nacque una frattura tra i razziatori di schiavi (popolazioni dominanti locali intermediarie degli europei schiavisti) e i razzati; venne meno l’economia di villaggio; entrarono in crisi gli imperi interni a favore di piccole unità statuali costiere con funzione di tramite tra area della razzia e mercanti europei.

La seconda conseguenza della colonizzazione fu un aggravarsi del processo di degrado del territorio. L’introduzione della monocoltura creò una rottura dell’ecosistema, perché si abbandonarono in molti casi le rotazioni per far posto alle colture industriali che vennero estese anche a nuove terre, precedute spesso da disboscamenti (le cui relazioni con la diminuzione delle precipitazioni sono note) i quali privarono il suolo della protezione dall’azione erosiva del vento e dell’acqua. Inoltre, la sedentarizzazione dell’attività zootecnica portò ad un sovrappascolamento delle terre, che ebbe come effetto in molti casi la compattazione e la perdita di struttura del suolo.

In una terra già resa inospitale dalle avverse condizioni climatiche naturali, i processi socio-economici innescati dalla colonizzazione contribuirono ad aggravare le condizioni di disagio e povertà delle popolazioni locali.

2. Processi di degrado

Abbiamo già accennato nel capitolo precedente a come le problematiche socio-economiche (e quindi l'attività antropica) abbiano influito sull'innescarsi di processi di degrado, che si sono sommati a quelli dovuti a fenomeni naturali quali l'innalzamento delle temperature e la riduzione delle precipitazioni, che hanno interessato il Sahara da qualche millennio ad oggi.

Il processo di degrado delle terre, in buona parte causato dall'azione antropica, prende il nome di *desertificazione*, che non va confusa con la cosiddetta *desertizzazione* o espansione del deserto, legata alle fluttuazioni naturali, in primo luogo climatiche.

La desertificazione è stata definita dall'UNEP (*United Nations Environment Program*, organismo dell'ONU con sede a Nairobi): “degrado delle terre nelle zone aride, semiaride e sub-umide secche provocato da diversi fattori, tra i quali le variazioni climatiche e le attività umane”; si ha quindi una combinazione di condizioni naturali e concause umane.

Questo fenomeno non è limitato all'area in esame, ma è globale e coinvolge tutti i continenti, per questo tantissimi paesi del mondo hanno ratificato la Convenzione ONU per la lotta alla desertificazione o UNCCD (al 1 giugno 2004 erano ben 191 e il loro numero continua a crescere).

Da un'indagine realizzata nel 1984 dalla medesima UNEP risulta che la superficie e la popolazione rurale colpita dalla desertificazione ammontano rispettivamente a 20 milioni di km² e a 280 milioni di individui; inoltre ogni anno nel mondo si perdono 24 miliardi di tonnellate di terra coltivabile. Le stime per il 2010 prevedono 212 milioni di profughi ambientali, ossia tutti coloro che saranno costretti ad abbandonare la loro terra divenuta ormai improduttiva per emigrare in altre zone; tutto ciò succederà malgrado la stima del fabbisogno di terra coltivabile nel 2010 sia superiore del 27% rispetto a quello degli anni '90, a causa di un fabbisogno alimentare mondiale in costante aumento.

Nei paragrafi che seguono analizzeremo i vari fattori, naturali e antropici, che hanno contribuito all'innescarsi di questo fenomeno nei paesi del Maghreb e del Sahel.

2.1. Impatto sull'ambiente di fauna selvatica e allevamento

2.1.1. Fauna selvatica e desertificazione

Gli animali che vivono nel deserto presentano particolari forme di adattamento all'ambiente. I rettili, rappresentati da diverse specie, come per esempio la vipera delle sabbie o lo scinco, risolvono facilmente il problema dell'elevata temperatura: la loro pelle trattiene l'acqua e l'organismo non si disidrata. Il varano del deserto, un parente del goanna australiano e del drago di

Komodo indonesiano, è abbastanza diffuso, così come lo sono vipere. Numerosi sono anche gli scorpioni.

Per i mammiferi la situazione è più difficile. Questi animali sudano e devono quindi trovare altri modi per sopravvivere in queste zone. Alcuni, come i topi delle piramidi e il fennec, cacciano di notte non sottoponendosi così al calore del sole ed evitando eccessive perdite di acqua.

Il fennec (fig. 9), che diventa sempre più raro ed è tra le specie ritenute a rischio di estinzione, fa parte del ceppo delle volpi (*Fennecus zerda* o *Vulpes zerda*) con le quali condivide le abitudini alimentari onnivore. Ricoperto da un mantello che ha lo stesso colore della sabbia, si mimetizza con facilità tra le dune; suo habitat naturale sono infatti le zone desertiche e semidesertiche dell'Africa del Nord (dal Sud Sahara all'Arabia), dove si è adattato a vivere senza particolari problemi: grazie alle grandi orecchie disperde il calore accumulato e riesce a stare per molto tempo senza bere acqua, in quanto utilizza quella contenuta nei vegetali e nel cibo di cui si alimenta. Dalle basse temperature notturne si difende grazie alla folta pelliccia e alla lunga coda entro cui si raggomitola.



Figura 9. Deserto del Niger, esemplare di fennec (fonte: www.worldwildlife.org).

Anche altre specie animali, come i cammelli e i dromedari, sono capaci di resistere a lungo senza bere grazie ai loro adattamenti corporei. L'Africa del Nord è l'areale preferito anche dalle otarde che riescono a vivere nelle zone aride e nelle steppe.

Nelle zone più settentrionali, che si affacciano sul Mediterraneo, le condizioni ambientali sono meno estreme e si trovano superfici coperte di foreste naturali. Qui è possibile trovare anche il cinghiale, le manguste, i porcospini e le genette (spettacolari gatti carnivori arboricoli). I mammiferi comprendono gerbilli, volpi, lepri e gundi (roditori simili allo scoiattolo).

La fauna che popola le zone desertiche e predesertiche ove è disponibile l'acqua è piuttosto ricca. Tali ambienti permettono infatti l'instaurarsi di condizioni del tutto particolari e favorevoli per una grande varietà di specie. E' il caso delle oasi, delle foci dei fiumi, delle spiagge e delle scogliere. L'acqua poco profonda si riscalda molto facilmente ed essendo ricca di ossigeno e di sostanze organiche, costituisce il luogo ideale per la proliferazione del plancton, che è alla base della catena

alimentare. Inoltre, la vegetazione è rigogliosa e la temperatura mite. Così in queste zone di frontiera tra il mare o le acque interne e la terra proliferano mammiferi, uccelli e pesci.

La quantità di uccelli presente nelle aree mediterranee, in quelle vicine al Nilo o ad altre zone umide è impressionante: in Tunisia sono state registrate più di 200 specie di uccelli tra cui cicogne migratrici, falchi, aquile, coloratissimi gruccioni e ghiandaie, nonché un gran numero di uccelli di ripa e uccelli acquatici; mancano specie endemiche, ma il Parco nazionale di Ichkeul, facilmente accessibile da Tunisi e dalle località del nord, è un paradiso per uccelli acquatici di ogni tipo.

La fauna africana ha attraversato periodi molto difficili nel corso della storia. Gli elefanti da guerra al servizio di Annibale e i leoni impiegati nei crudeli giochi delle arene romane, entrambi estinti al giorno d'oggi, sono state le prime due specie a rimanere vittima nei secoli dell'intervento di popolazioni straniere. Più recentemente i francesi, avidi di trofei di caccia, portarono sull'orlo dell'estinzione diverse specie, tra cui il cervo di Barberia e alcune specie di gazzella.

Durante il periodo delle dominazioni romane, le aree forestali si estendevano dal Nord al Sud del Paese; vi erano dei grandi fiumi che scorrevano tutto l'anno e molti laghi.

Gli animali selvatici potevano contare su un habitat favorevole e molti vi furono introdotti da altri paesi (Asia, Africa, Europa). Buona parte di queste specie, tra le quali si annoverano la *Panthera leo leo*, il leopardo (*Panthera pardus*), l'antilope addax (*Addax nosomaculatus*) e la gazzella dama, sono oggi estinte.

Le cause di estinzione della fauna selvatica si possono distinguere in:

- naturali: cambiamenti climatici, aridità, che hanno determinato la scomparsa di molti animali selvatici dei deserti;
- antropiche: sovrappascolamento da parte di animali domestici (capre, pecore, cammelli); caccia ai "nocivi" da parte dell'uomo. A questo si sono aggiunti in tempi più recenti la distruzione degli habitat per effetto del boom demografico, l'intensificazione delle attività agricole, l'urbanizzazione, lo sviluppo industriale e altre attività antropiche.

Tra le specie a rischio di estinzione si annoverano i ghepardi, che si trovano ancora nelle aree montuose dell'Algeria e della Libia, e il fennec, che in Tunisia è una specie protetta; tra quelle già estinte, l'addax, l'orice, lo struzzo e la pecora di Barberia sono state reintrodotte in Tunisia nel Parco Nazionale di Bou Hedma (fig. 10).



Figura 10. Orici al pascolo nel Parco Nazionale di Bou Hedma (fonte: www.tunezja.friko.pl).

La tutela ambientale nei parchi non deve però prescindere dai cambiamenti spesso profondi apportati dalle attività antropiche al territorio, e ogni tentativo di ripristino dello stato naturale dell'ambiente non può non tener conto delle nuove condizioni che si sono venute a creare nel frattempo. La reintroduzione di una specie ormai estinta, ad esempio, dovrebbe essere preceduta dalla valutazione di quale impatto può causare in un territorio in cui le risorse non sono più le stesse di quando veniva a trovarsi naturalmente in quel luogo; in un ambiente naturale come quello tunisino, infatti, in cui la quantità di risorse vegetali risulta ormai drasticamente ridotta, la reintroduzione di specie estinte da tempo, come l'addax e l'orice, ha causato in alcuni parchi dei problemi di sovrapascolamento costituendo un rischio per le piante oggetto di tutela.

Ciò che si riscontra in Tunisia, come peraltro in altri paesi africani, è che la tutela ambientale è nata sulla base di un modello europeo (francese) che non sempre si adatta alle reali esigenze del territorio, e in cui sovente si avverte la contrapposizione tra le norme di tutela e le realtà locali. I parchi sono ancora una realtà imposta dall'alto e quindi poco sentita dalla popolazione che, ad esempio, spesso continua a cacciare specie protette incurante dei vincoli esistenti, non perché inconsapevole dell'esistenza di una legge che le tutela, ma perché si sente in qualche modo titolare di un diritto trasmesso per consuetudine di generazione in generazione. Inoltre spesso mancano gli organi istituzionali necessari al mantenimento di un'azione di tutela che non sia solo sulla carta.

In Europa, al giorno d'oggi, si sta assistendo sempre più all'attuazione di meccanismi di confronto e di collaborazione tra istituzioni e popolazione, ad esempio fra cacciatori e forestali, per non sottrarre alla natura più di quanto sia in grado di rigenerare. Nelle aree protette africane manca questo genere di approccio e la realtà "parco" si configura ancora come niente più che una serie di limitazioni allo sfruttamento del territorio, anche perché essa stessa non è inserita nel contesto produttivo locale.

2.1.2. Degrado delle zone marginali a causa dell'allevamento, in particolare quello caprino

Attualmente il 60% delle terre agricole di tutto il mondo sono destinate al pascolo di circa 360 milioni di bovini e di più di un miliardo di ovini e caprini. Per circa 100 milioni di abitanti delle zone aride del pianeta l'allevamento del bestiame rappresenta l'unica fonte di sostentamento; nei paesi in via di sviluppo si ha, inoltre, una domanda crescente di carne, latte, uova.

Un ruolo di primo piano è svolto dall'allevamento caprino, che dal 1980 al 1994 ha registrato un incremento del 33 % del numero di capi. In Africa l'allevamento delle capre avviene generalmente nelle zone marginali (*parcours*) dove sono minori le possibilità di un utilizzo agricolo e, malgrado la domanda crescente di risorse alimentari, le forme di produzione sono quasi esclusivamente limitate all'allevamento e al pascolo; tutto ciò ha come effetto da un punto di vista socio-economico una povertà sempre crescente, e da quello ecologico il degrado di estese superfici (fig. 11).



Figura 11. Capre al pascolo, Niger. L'utilizzo di terre marginali per il pascolamento provoca ulteriore perdita di struttura in un suolo già parzialmente degradato, conducendo alla totale perdita di fertilità e alla formazione di sabbie sciolte (foto S. Sechi).

Il problema della degradazione dei *parcours* ha origini legate sovente a cattive pratiche agricole: ad esempio, la necessità di estendere le superfici coltivate ha portato in passato ad utilizzare molte zone marginali per la coltura dell'olivo. Impiantare oliveti dove le condizioni climatiche non lo consentono per l'eccessiva aridità ha comportato il danneggiamento delle colture e la contemporanea ulteriore riduzione della produttività del suolo.

Allo stato attuale, tre sono le forme principali di allevamento caprino:

- *intensivo*: avviene all'interno delle oasi e si integra con la gestione agricola, rispetto alla quale può essere considerato come un'attività secondaria; produce in particolare latte e letame;
- *semiestensivo*: si svolge in aree periurbane e all'interno di zone coltivate; è quindi complementare con le altre attività agricole e gli animali, che sono di taglia media, forniscono carne e latte;
- *estensivo* o *pastorale*: è praticato nei *parcours* (Dhahars e Ouara) dove rappresenta l'attività principale ed è orientato principalmente alla produzione di carne.

Malgrado le forme moderne di produzione abbiano portato alla sedentarizzazione degli allevatori e alla privatizzazione dei fondi, tuttora il pascolamento avviene per il 70 % su terre collettive.

Un tempo l'allevamento del bestiame veniva praticato principalmente da pastori nomadi: in questo modo veniva salvaguardato l'equilibrio ecologico, poiché il bestiame, spostandosi, esercitava un ridotto impatto sull'ambiente. Tra le pratiche tradizionali vi era quella dell'associazione, che consisteva nello scambio di femmine da un gregge all'altro: ciò aumentava la variabilità genetica all'interno del gregge evitando i fenomeni di consanguineità.

Queste pratiche, che si giovavano dell'esperienza e delle conoscenze maturate nel corso dei secoli, erano frutto dell'adattamento alle restrizioni imposte dal clima e dalla scarsa disponibilità delle risorse, di conseguenza rispettavano l'equilibrio ecologico. Esse dovevano tuttavia fare i conti con vari problemi tra i quali condizioni sanitarie non ottimali, problemi alimentari, disponibilità dei punti d'abbeveraggio, qualità dell'acqua.

Per salvaguardare l'allevamento caprino, sono in corso un po' ovunque ricerche e sperimentazioni indirizzate soprattutto a valorizzare le razze locali attraverso la selezione genetica delle loro migliori caratteristiche. In Tunisia, ad esempio, esistono delle razze locali con diversa caratterizzazione morfologica; sono la *Noire*, la *Gharraa*, la *Sagaa*, la *Dheria*, la *Rabcha*, la *Hawa* (fig. 12).

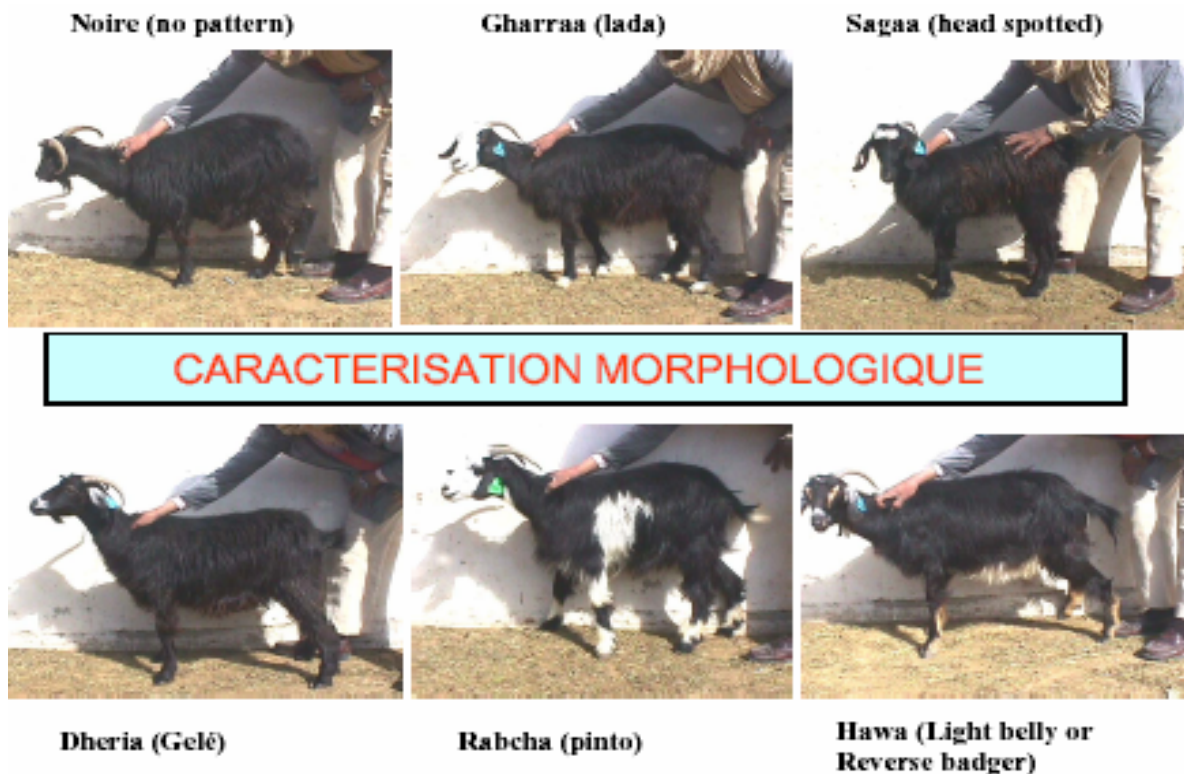


Figura 12. Razze caprine presenti in Tunisia (foto Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia)

Queste razze locali presentano caratteristiche interessanti, determinate da secoli di adattamento all'ambiente: hanno un corpo leggero resistente agli stress ed alle limitazioni ambientali, sono dotate di grande mobilità e resistenza ai lunghi spostamenti e fanno registrare delle buone performance relativamente alla produzione di latte e carne.

2.1.3. Una pratica zootecnica sostenibile per le aree a rischio climatico: l'allevamento del dromedario

Le specie in grado di adattarsi e sopravvivere nelle zone aride danno generalmente una bassa resa produttiva.

Particolare è il caso dei dromedari, che presentano dei meccanismi fisiologici di adattamento al clima desertico:

- riescono a sopportare agevolmente le alte temperature dell'atmosfera, grazie alla forte capacità di autoregolazione termica (sono capaci di far variare la temperatura corporea da 36 fino a 42° C), e della sabbia del deserto (che nei periodi più caldi raggiunge anche i 70°C) grazie alla presenza nelle zampe di superfici callose che permettono l'isolamento delle parti che entrano in contatto con la sabbia; inoltre il loro piede piatto e largo agevola la deambulazione sulle dune;

- possono sopportare la sete per lunghi periodi grazie a meccanismi fisiologici in grado di ridurre la traspirazione: il pelo è un buon isolante ed evita la perdita d'acqua, le urine sono molto concentrate, il tenore in acqua delle feci è ridotto al minimo e non c'è evaporazione tramite la bocca;
- in caso di disidratazione l'animale è in grado di ridurre il proprio peso di un terzo, è inoltre capace di bere elevate quantità di acqua (superiore ai 200 litri) in pochi minuti senza per questo avere problemi di salute
- i dromedari sono capaci di percorrere parecchi km al giorno in condizioni di scarsità di cibo.

Quando il dromedario è allo stato libero non degrada la vegetazione, perché distribuisce l'impatto del suo pascolamento su una vasta superficie. Esso, inoltre, non ha concorrenti nell'utilizzo sia di specie vegetali spinose (la produzione di spine è un adattamento delle piante per ridurre la traspirazione) perché dotato di una membrana nell'interno della bocca che lo preserva dalle ferite provocate dagli aculei, sia di piante psammofile (adattate a vivere sulla sabbia), sia di specie alofile (ossia resistenti alla salsedine, e quindi in grado di sopravvivere in presenza di acque salse e di terreni salinizzati), tra le quali preferisce addirittura quelle che contengono forti quantità di sali. Di conseguenza questo animale, più di altre specie domestiche, è in grado di valorizzare i terreni poveri e salinizzati delle aree desertificate.

Il dromedario rappresenta una fonte di sopravvivenza per milioni di persone che vivono nelle zone aride e semiaride di Asia e Africa, che ne usano tanto la pelle e il pelo quanto il latte e la carne.

La pelle e il pelo sono utilizzati per la produzione di manufatti locali.

Il latte rappresenta l'unico nutrimento dei pastori per lunghi periodi. Esso è particolarmente denso e la produzione è molto ridotta. Ha però importanti doti nutrizionali: la quantità di lattoferrina (un forte antibatterico naturale) contenuta nel latte del dromedario è 10 volte maggiore di quella del latte bovino, mentre le beta-lattoglobuline, responsabili dell'intolleranza al lattosio, sono del tutto assenti. Ciò lo rende particolarmente idoneo all'alimentazione dei bambini e dei soggetti sensibili; inoltre il contenuto di vitamina C è piuttosto alto. Per questi motivi può essere un ottimo alimento consigliabile a bambini e adulti di queste zone dove, a causa del clima sfavorevole, non si coltivano gli agrumi con conseguente poca disponibilità di vitamina C nell'alimentazione. La caseificazione è difficoltosa a causa della scarsa presenza di K caseina; sono stati comunque effettuati tentativi di produzione di formaggio che per il momento non hanno dato risultati troppo entusiasmanti.

La carne ha un sapore molto gradevole e un buon mercato.

Nel periodo 1993-2002 si è passati da 17.671.000 a 18.783.000 dromedari nel mondo (di cui oltre 13 milioni in Africa, 4.500.000 in Asia e 300.000 in Australia) allevati prevalentemente nel mondo arabo (12.400.000).

Secondo la FAO, i dati di produttività del dromedario a livello mondiale, nel 1993 e nel 2002, sono stati rispettivamente:

- pelle: 28 e 30 mila tonnellate;
- pelo: 21 e 23 mila tonnellate;
- latte: 4,8 e 5,1 milioni di tonnellate;
- carne: 353 e 376 mila tonnellate.

Nel mondo arabo dal 1993 al 2002 l'utilizzo del dromedario si è ridotto dal 19% al 15%. Soprattutto col passaggio dal nomadismo alla sedentarizzazione si è assistito ad un declino del suo ruolo nella società rurale, sia per quanto riguarda il lavoro agricolo che come mezzo di trasporto (fig. 13).

Esistono parecchi studi sui dromedari, ma la quasi totalità è relativa a dromedari in cattività e non a quelli cresciuti allo stato brado; da tali studi si evince che sono numerosi i fattori di variabilità (produzione giornaliera, lattazione non standard, etc.). In base ai dati riportati in letteratura, la produzione giornaliera di latte varia anche in relazione al continente e alla nazione. La produzione complessiva legata al dromedario nel mondo risulta marginale rispetto a quella delle altre specie da allevamento (circa il 2%), ma è comunque essenziale nelle zone aride.

In un branco, in genere, ci sono tra 60 e 150 capi, di cui il 70% è costituito da femmine adulte, il 29% da giovani e solo l'1% è rappresentato da maschi adulti. La percentuale di mortalità dei piccoli, dovuta a predatori o a scarso allattamento, varia tra l'8% e il 25%.

Riportiamo qui di seguito alcuni valori relativi alla riproduzione:

- il concepimento medio varia tra 30% e 80%, e mediamente si attesta intorno al 60%;
- il tasso di gravidanza è del 56%;
- il tasso di partorienti varia tra il 55% e l'80% in cattività ed è mediamente del 40% in condizioni naturali;
- la percentuale di aborti varia tra il 3 e il 33%.



Figura 13. Utilizzo del dromedario come mezzo di trasporto (fonte:www.geocities.com).

Le basse performance dei dromedari rispetto ad altre specie sono dovute ai tempi più lunghi per l'accoppiamento e per la riproduzione: la pubertà è tardiva (1-2 anni); l'età del primo accoppiamento è di 2-5 anni, quella del primo parto di 3-7 anni; l'intervallo interparto è di ben 24 mesi. Tutto ciò è dovuto probabilmente al fatto che l'allevamento di questa specie a scopi produttivi è relativamente recente, e non ha subito la selezione che hanno subito altre specie da carne e da latte.

Tra i fattori che inibiscono migliori performances riproduttive sono annoverabili anzitutto le tecniche di allevamento (tra cui le modalità di alimentazione, la quantità delle razioni fornite e la loro distribuzione, le condizioni sanitarie) e poi gli eventuali limiti biologici (fertilità femminile e maschile). Gli interventi rispetto a questi ultimi consistono nel manipolare sia la pubertà che la durata del parto con opportune selezioni, variando le modalità di nutrizione e con trattamenti ormonali.

Nell'allevamento artificiale gli obiettivi principali sono salvaguardare i piccoli nel periodo secco e ridurre il periodo tra due parti, in modo da aumentare la produttività.

2.2. Vegetazione

2.2.1. La vegetazione naturale

La vegetazione naturale dell'Africa peri-sahariana può essere suddivisa in quattro grandi fasce (fig. 14):

- la *zona mediterranea* (di colore blu nella carta), in cui domina la macchia, spesso degradata in gariga e steppa nelle aree più vicine al deserto (dove predominano specie quali *Artemisia*, *Ephedra* e *Stipa*); a nord, invece, dove il clima è più mite e le escursioni termiche più ridotte, predominano le specie arboree quali pino, quercia da sughero, leccio, faggio e cedro; in questa zona il paesaggio ha subito profonde modifiche a causa dell'uomo, e spesso le formazioni vegetali naturali sono state sostituite da colture dominanti, come ad esempio l'olivo;
- il *deserto* (colore giallo nella carta), in cui le specie floristiche presentano degli adattamenti per ridurre la dispersione di umidità (piante grasse e spinose), per sopravvivere nella sabbia (piante psammofile) e per resistere alla salinità nei terreni dove la forte evaporazione ha portato all'accumulo di sali nel suolo (piante alofile); sono in prevalenza specie erbacee o, al massimo, arbusti (le dimensioni ridotte di una pianta sono un meccanismo di adattamento alle alte temperature perché permettono di esporre al calore superfici minori);

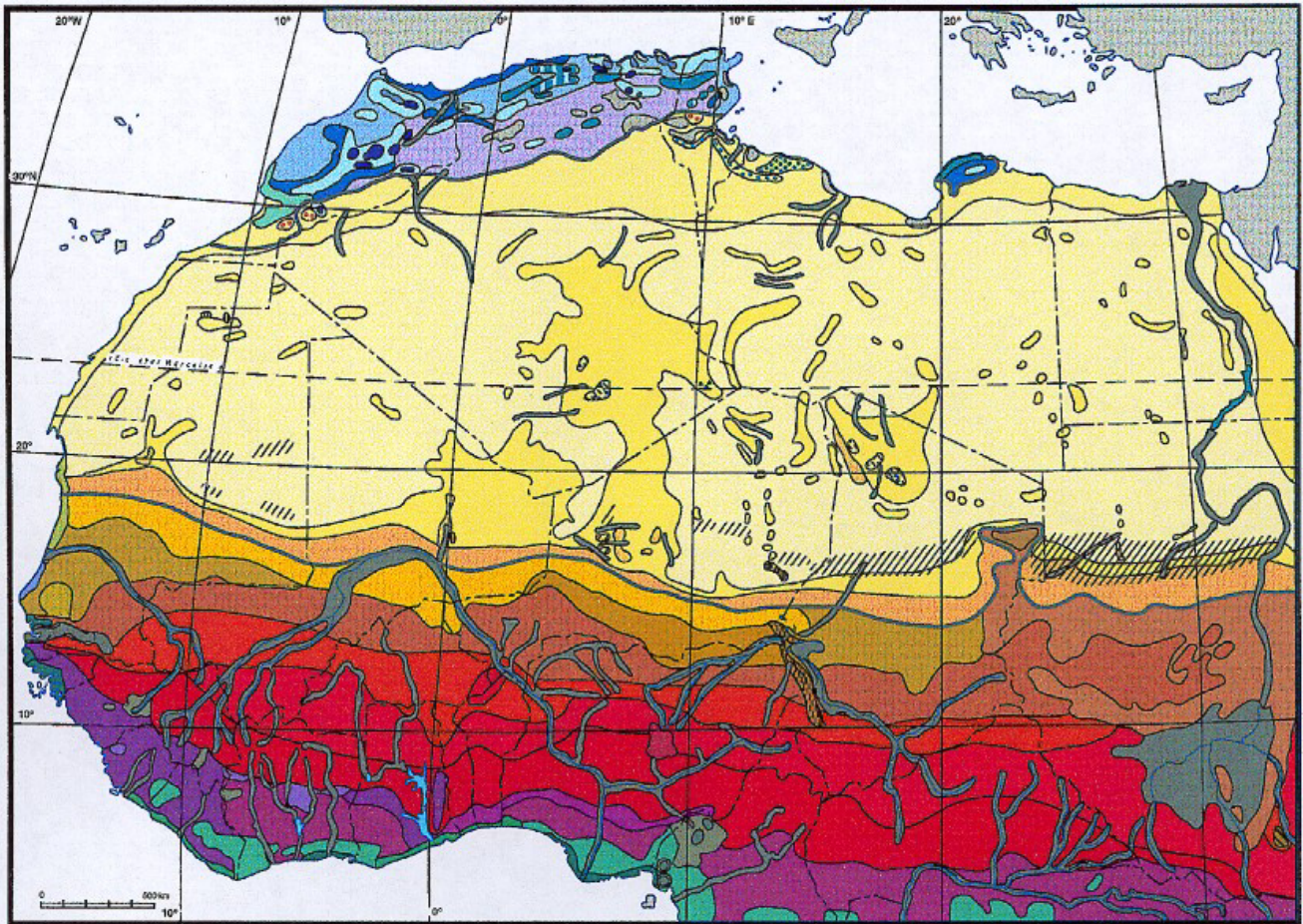
- il *Sahel* (in marrone nella carta) dove predominano ancora le formazioni erbacee e la steppa (le specie predominanti sono qui *Stipa tenacissima* e *Lygeum spartum*), ma vi si trovano anche specie arboree come acacie, tamerici e ginepri, che si sono comunque adattate a condizioni ambientali estreme (la prima ha molte varietà spinose, il *Tamarix* è una pianta alofila, il ginepro è notoriamente psammofilo);

- la *savana* (in rosso nella carta), costituita da alte erbe (in prevalenza graminacee) che si sviluppano con le prime piogge e scompaiono nel periodo secco, e da rade essenze arboree e arbustive (baobab, palme, acacie);

A sud si trovano poi le foreste della Guinea, che costituiscono la vegetazione di passaggio per la foresta pluviale equatoriale.

Le specie vegetali naturalmente presenti hanno spesso subito l'impatto antropico che le ha portate a degradarsi.

Le zone a nord del deserto che interessano le parti meridionali di Egitto, Libia, Tunisia, Algeria e Marocco stanno subendo evidenti processi di degradazione. Queste aree sono caratterizzate dalla presenza di steppa, in cui la vegetazione dominante è rappresentata da bassi arbusti xerofili e alofili (*Artemisia erba alba*, *Rhantherium suavelens*) ma si possono trovare rari esemplari di specie arboree (*Acacia Raddiana*); nelle zone ricoperte da dune si trovano piante psammofile quali *Aristida pungens* e *Retama raetam*, mentre in quelle salinizzate si trovano piante alofile come l'*Atriplex sp.* Ricordiamo che le uniche specie resistenti alle dune mobili sono: l'*Aristida pungens*, che è la pianta psammofila per eccellenza, tanto che viene utilizzata per fissare le dune, e la *Retama raetam* di cui gli animali mangiano solo il fiore.



Schematic vegetation map of northern and western Africa

(draft: Schulz, cartography: Wepler)

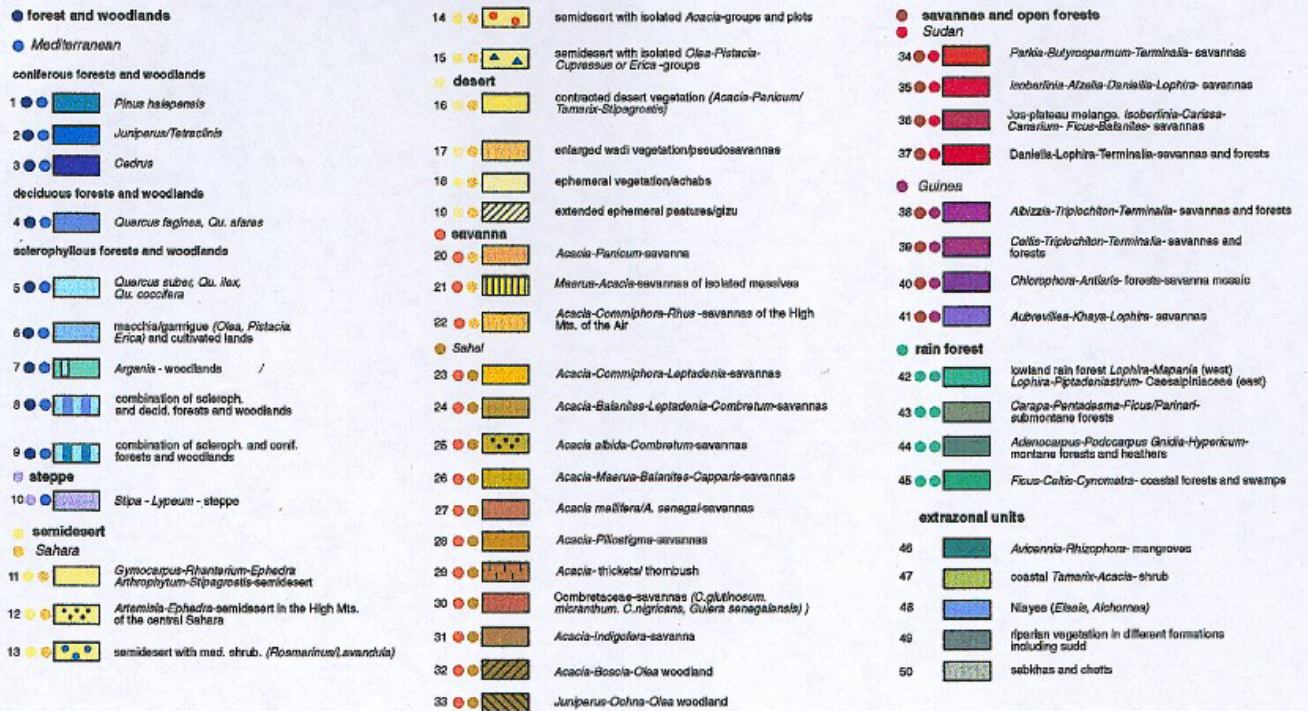


Figura 14. Carta della vegetazione dell'Africa settentrionale (fonte: Istituto Geografico dell'Università di Wurzburg)

Recentemente si è diffusa la teoria secondo cui la fascia peri-sahariana un tempo era occupata da foresta e la steppa non sarebbe altro che il frutto della degradazione di quest'ultima. Secondo questa teoria la copertura vegetale sarebbe passata da oltre il 100% (foresta) all'80%-60% (steppa), per poi arrivare al solo 20% in presenza di steppa deteriorata (figg. 15-17).



Figura 15. Foresta con copertura vegetale superiore al 100%.

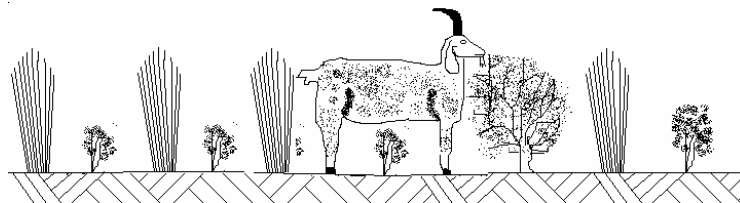


Figura 16. Steppa con copertura del 60%

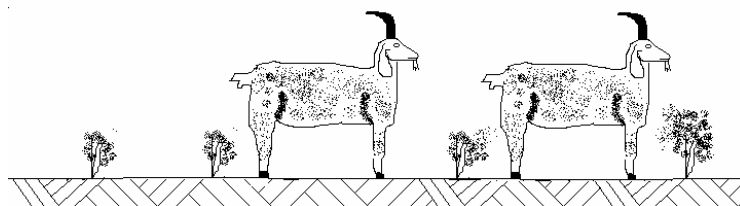


Figura 17. Steppa degradata o pseudosteppa, con copertura vegetale minore del 20 % (disegni M. Fois)

La vegetazione naturale attuale delle aree a nord del Sahara, rappresentata dalla steppa e dalla sua forma degradata, la pseudosteppa (fig.18), sarebbe quindi il frutto di due secoli di sfruttamento continuo da parte dell'uomo a carico di un territorio che in passato era caratterizzato, se non dalla foresta, almeno dalla savana e, in ogni caso, da una vegetazione stratificata (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).



Figura 18. Pseudosteppa: la copertura vegetale è molto ridotta, in alcuni casi minore del 20% (foto D.Brandano).

Il principale fattore di degrado della copertura vegetale è da ricercare nell'irrazionale utilizzo delle risorse naturali che ha fortemente influenzato le dinamiche vegetazionali negli ambienti aridi.

La sedentarizzazione di una parte crescente della popolazione, derivante dalla privatizzazione di terre prima collettive, ha portato all'estensione dell'agricoltura a scapito delle migliori aree a pascolo, con distruzione della vegetazione naturale attraverso l'uso di mezzi meccanici. Anche l'allevamento è divenuto sedentario, con un sistema di pascolo continuo e libero che ha portato al sovrapascolamento, e che in queste aree è la causa principale di desertificazione.

Il sovrapascolamento si traduce nella riduzione della copertura vegetale e della biomassa delle piante perenni e nel fatto che le piante annuali intensamente pascolate non arrivano a produrre

seme. È anche all'origine dello sviluppo di specie spinose (*Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides*, *Calicotome villosa*), tossiche (*Hypericum triquetrifolium*, *Solanum nigrum*, *Thapsia garganica*) o semplicemente non appetite (*Cleome arabica*, *Diploaxis harra*, *Hammada scoparia*, *Hertia cherifolia*). Viceversa bisogna sottolineare che una pressione debole e regolare del bestiame contribuisce alla selezione della flora, in quanto alcune specie sopravvivono solo in presenza del pascolamento; *Argyrolobium uniflorum* (famiglia delle Leguminosae) è una delle piante che predilige carichi animali relativamente modesti e la sua abbondanza nella steppa è un indicatore del buono stato di un pascolo.

Un buon indicatore di pascolamento moderato si ha quando la composizione floristica del pascolo presenta un buon contenuto in graminacee; esse, infatti, sono le più appetite dal bestiame e la loro presenza indica una pressione non eccessiva. Indice di degrado spinto è invece la comparsa di specie psammofile come la *Stipagrostis* sp., che forma spesso dei popolamenti monospecifici; questa pianta è caratterizzata da foglie ortotrope che la proteggono dalla forte radiazione solare e dal vento, da una crescita rapida e dalla capacità di sviluppare radici avventizie che consentono di sfruttare l'umidità, nel caso di piogge abbondanti.

Se oggi si verificasse una diminuzione della pressione antropica, in parallelo aumenterebbe la copertura vegetale, ma forse non si avrebbe un ritorno alla situazione del passato, sia per le mutate condizioni climatiche, sia per il lungo tempo nel quale si è realizzata una coevoluzione tra le piante e il loro sfruttamento da parte degli animali. L'assenza del pascolamento potrebbe far scomparire alcune specie che si sono coevolute con esso.

Quando s'impedisce lo sfruttamento non si ha il ritorno alle condizioni iniziali ma un cambiamento della composizione floristica e l'equilibrio nell'ecosistema riparte da nuove basi.

Nei parchi nordafricani, considerabili come un esempio di zone nelle quali diminuisce l'impatto antropico, il recupero ambientale è stato realizzato partendo dalla considerazione che l'habitat si trovasse in condizioni irreversibili e sono state introdotte specie esotiche (provenienti, ad esempio, dall'Australia). L'aver impiantato specie che non trovavano in queste aree le condizioni ideali per vivere, ha portato al fallimento dei rimboschimenti, col risultato che le uniche piante sopravvissute sono quelle realmente adattate all'ambiente, ossia quelle locali.

Le specie vegetali predesertiche sono da considerare come una banca di geni di resistenza a tutte le forme di disturbo ambientale e quindi come un patrimonio inestimabile e imperdibile. Per questo motivo la prima cosa da fare in un intervento di recupero in queste aree sarebbe quella di permettere la riformazione della copertura vegetale con specie native.

Tutte le sperimentazioni effettuate ad esempio nel sud-est della Tunisia (ossia nella zona più arida del paese, le cui condizioni ambientali anticipano in parte il deserto vero e proprio), dimostrano che

in seguito a un periodo di qualche anno di protezione totale, la steppa a camefite risulta essere nuovamente dominata da graminacee perenni quali *Stipa lagascae*, *Stipa parviflora*, *Aristida plumosa*, *Aristida ciliata* e *Hyparrhenia hirta*. La protezione di una steppa molto degradata su suolo sabbioso porta ad una forte espansione della *Stipa lagascae* che non permette, a medio termine, il ritorno di specie scomparse che fecero sicuramente parte della flora esistente in passato in quell'ambiente.

La dinamica attiva della vegetazione nel caso dei sistemi ecologici propri del sud-est della Tunisia, quando le condizioni climatiche sono relativamente favorevoli, pare attivarsi entro dieci anni dalla perturbazione.

Negli ecosistemi sahariani invece, dove il clima è più arido, la dinamica di vegetazione è inizialmente molto lenta o assente ed è necessario un periodo più lungo per il ritorno allo stato iniziale.

Nella zona pastorale a sud del deserto, la presenza di suoli sub-aridi e sabbiosi fa sì che dominino le graminacee annuali. Anche qui si possono riscontrare gli effetti negativi del sovrapascolamento, con sviluppo infestante di specie non pabulari e perdita di produttività da parte del suolo.

Un'altra causa della degradazione della vegetazione naturale è il prelievo di prodotti legnosi da parte dell'uomo con diverse finalità: in primo luogo riscaldamento e cottura dei cibi, ma anche costruzione di recinti per gli animali domestici e di tetti per le case, artigianato, utilizzo medicinale. Questo fenomeno sta assumendo notevoli proporzioni e regalando al deserto vaste superfici (fig. 19).

Un'alternativa valida alla legna da ardere potrebbe essere rappresentata dalla distribuzione di bombole di gas metano compresso, come sta facendo attualmente il governo tunisino. Nel Sahel, dove la povertà è maggiore che nelle aree mediterranee e le condizioni climatiche più ostili, è più difficile cercare soluzioni al problema, infatti le soluzioni che si volessero adottare richiedono l'impiego di tecnologia e costi improponibili per queste genti, spesso sprovviste anche del necessario per sopravvivere.



Figura 19. Prelievo di legna da ardere da uno dei pochi alberi sopravvissuti nel deserto del Sahel (foto da "Save The Earth", J. Porritt).

2.2.2. Pratiche agricole tradizionali e moderne

L'agricoltura tradizionale africana può essere definita "policoltura simultanea" perché le parcelle destinate a coltura presentano un misto di numerose specie e più varietà della stessa specie.

L'abbattimento delle foreste, previsto anche nell'agricoltura tradizionale (prima dell'introduzione delle modalità di sfruttamento occidentali), lasciava spazio o a queste colture miste, o alla "jachère", il maggese. Il terreno veniva cioè lasciato incolto ciclicamente, per periodi molto lunghi (anche 15 anni) in modo da permettere il naturale ripristino delle proprietà del suolo dopo lo sfruttamento agricolo.

L'agricoltura tradizionale era inoltre spesso itinerante, e perciò temporanea. Finché la popolazione era ridotta, questo tipo di sfruttamento agricolo non si poteva considerare una causa rilevante di deforestazione. Essa era infatti basata su una combinazione di foresta e colture agricole che permetteva al terreno di mantenere la sua produttività nello spazio e nel tempo.

Si tratta comunque di pratiche agronomiche compatibili con una bassa densità di popolazione e un clima tropicale non troppo ostile.

La *jachère* non era mai realmente abbandonata. Vi si praticava la caccia e la raccolta di piante selvatiche, vi si piantavano ortaggi e alberi da frutto. Veniva ripulita dalla materia organica in eccesso rappresentata da rami secchi, legna da utilizzare come materiale da costruzione, ed era inoltre costantemente arricchita di nuove specie di alberi considerati utili. Le piante installate non

avevano ovviamente fini produttivi, ma solo di mantenimento della *jachère*: lo scopo principale era, infatti, conservare alberi giunti a maturità che avrebbero prodotto frutti e semenze necessarie alla ricostituzione della copertura vegetale. In questo modo si praticava in modo tradizionale una gestione sostenibile della foresta.

Oltre all'agricoltura itinerante e alla *jachère*, le tecniche tradizionali comprendevano l'utilizzo a scopi produttivi delle oasi. Qui la possibilità di usufruire di acqua per l'irrigazione permetteva di coltivare, in superfici relativamente piccole, datteri, frutta in genere, legumi, cereali e foraggio per bestiame (quest'ultimo veniva tenuto chiuso dentro recinti).

Si tratta di una forma piuttosto antica di sfruttamento del suolo a fini agricoli: le prime oasi si sono formate naturalmente nei letti dei *wadi* o nelle valli tra le montagne, dove l'umidità trattenuta dal terreno era maggiore. L'oasi tradizionale (fig. 20) aveva tre strati o livelli di vegetazione:

- livello *superiore*, con vegetazione arborea, rappresentata dalla palma da dattero;
- livello *medio*, con vegetazione arborea ma di basso fusto, rappresentata da altri alberi da frutto (melograno, albicocco, fico, pesco, pero);
- livello *inferiore*, con vegetazione arbustiva o erbacea quale ortive, vite, colture foraggiere e industriali.

La copertura vegetale, quindi, superava ampiamente il 100%.

Questo sistema produttivo è ancora praticato in alcune aree ma sempre più spesso l'oasi tradizionale è sostituita da quella moderna, in cui i livelli sono solo due (palme da datteri e specie foraggiere), con riduzione del grado di copertura e della biodiversità.

In generale alle produzioni di tipo tradizionale, policolturali, che preservavano la diversità genetica e presentavano caratteri di forte ecosostenibilità, si è andata sempre più sostituendo la monocoltura, che prevedeva un utilizzo non più intensivo ma estensivo delle superfici agricole.

Questo tipo di produzione, resa possibile dall'avvento della meccanizzazione, si è basata nei paesi dell'Africa mediterranea sulla destinazione di vaste superfici alla coltura dell'olivo e a quella dell'orzo:

- l'olivo è coltivato con sesti d'impianto 4m x 24m, in cui la superficie del suolo tra gli alberi viene tenuta priva di vegetazione con l'ausilio di lavorazioni meccaniche e del pascolamento; questo permette al vento, da un lato, di asportare la parte superiore del suolo (fino ad una profondità di 50 cm) lasciando le radici scoperte, dall'altro, di depositare grandi quantità di sedimento causando l'insabbiamento degli alberi;
- l'orzo viene seminato dopo che dall'area è stata rimossa tutta la copertura vegetale naturale della steppa con l'ausilio di aratri a disco, tecnica che ha oramai soppiantato quella tradizionale dell'aratro a trazione animale; tali lavorazioni espongono all'erosione eolica il suolo e le sementi

abbattendo la resa del raccolto, che raramente supera i 3 q/ha – a questo primo danno si aggiunge quello arrecato dalla fase di raccolta, che viene effettuata a mano, asportando completamente la pianta e, con essa, la parte di suolo che rimane attaccata alle radici.



Figura 20. Oasi tradizionale a tre strati (foto D. Pittalis)

Anche la gestione delle *jachère* è cambiata, con la riduzione della durata del maggese da 15 a 5 anni (o anche meno) con effetti negativi sulle capacità rigenerative del terreno prima del suo ulteriore sfruttamento agricolo, e sulla possibilità di installarvi specie arboree.

Le tecniche moderne estensive, rispetto a quelle intensive praticate in passato, oltre a ridurre la biodiversità, favoriscono quindi l'erosione idrica ed eolica, privandolo della protezione delle radici degli alberi e innescando processi di degrado.

2.3. Suolo

Si parla di degrado del suolo quando c'è una riduzione delle sue funzioni produttive. Tali funzioni sono principalmente:

- costituzione di un ambiente favorevole allo sviluppo della vegetazione;
- stoccaggio delle acque, dei fertilizzanti e dei microrganismi;
- funzione di supporto, ovvero di fissaggio delle piante;
- funzione depuratrice (trasformazione di sostanze in nutrienti).

La degradazione dei suoli può essere suddivisa in due grandi forme: *degradazione in situ* e *erosione*.

- *Degradazione in situ*: può essere di ordine fisico, chimico o biologico. La degradazione fisica si manifesta prevalentemente con la formazione di croste superficiali; i suoli divengono duri, compatti, difficili da lavorare. Quella chimica consiste, invece, in accumulo di inquinanti, acidificazione, alcalinizzazione o salinizzazione. Infine, la degradazione biologica comporta la riduzione della sostanza organica e dell'attività degli organismi presenti nel suolo.

- *Erosione*: consiste nell'asporto superficiale delle particelle di suolo ad opera dell'acqua e/o del vento (erosione idrica e eolica); è un fenomeno naturale ma spesso subisce degli incrementi causati dall'attività antropica: in questo caso si parla più propriamente di erosione accelerata.

Tra i fattori che conducono al degrado *in situ* vi sono: mediocre produzione di biomassa, povertà naturale del suolo, scarsa qualità della materia organica (la biomassa si volatilizza, c'è mineralizzazione e a causa delle temperature troppo alte non si crea humus), presenza di minerali argillosi caolinitici (inerti, non fertilizzanti). Sino a quando la pressione sulle risorse è scarsa, la capacità produttiva non subisce riduzioni significative; i processi di degrado si innescano quando la pressione antropica supera la capacità di carico delle risorse naturali.

2.3.1. Degrado in situ

2.3.1.1. Degrado fisico: compattazione

La principale forma di degrado fisico che si riscontra nelle aree peri-sahariane è la compattazione, e successiva perdita di struttura del suolo. La compattazione porta, infatti, alla riduzione della porosità e conseguentemente dell'infiltrazione dell'acqua nel terreno; può quindi causare ristagno idrico o nelle pendenze ruscellamento, agevolando l'erosione. Inoltre limita la capacità delle radici di penetrare nel suolo ed estrarne gli elementi necessari alla nutrizione della pianta. Ne consegue quindi una ridotta produttività agricola.

I fattori che condizionano l'intensità di questo tipo di degrado sono anzitutto quelli naturali, ossia la natura stessa dei materiali che compongono il suolo (i limi e alcuni tipi di argille sono particolarmente sensibili alla compattazione); ci sono però anche cause antropiche che dipendono dalle modalità di sfruttamento agricolo o zootecnico: una cattiva gestione zootecnica o faunistica (sovrappascolamento) oppure scorrette pratiche colturali, quali interventi fatti con mezzi pesanti o comunque inadeguati alle caratteristiche del terreno.

Nell'Africa mediterranea, dove una maggiore agiatezza della popolazione ha permesso la diffusione di tecnologie più moderne e si fa uso di mezzi meccanici per la lavorazione del suolo, la compattazione derivata dall'attività agricola spesso è pari o superiore a quella dovuta al sovrappascolamento; nelle zone sub-sahariane, più povere, prevale decisamente il sovrappascolamento come causa antropica di degrado fisico.

2.3.1.2. Degrado chimico: acidificazione e salinizzazione

L'utilizzo di un suolo a scopi agricoli porta ad un prelievo continuo di elementi minerali. Se questi non sono sufficientemente reintegrati dall'apporto di fertilizzanti minerali e organici, e se il suolo ha già per sua natura una certa predisposizione a legarsi con difficoltà a ioni importanti per la nutrizione delle piante (potassio, fosforo, calcio, etc.), come è il caso di alcune argille caolinitiche, la produttività si ridurrà nettamente con il tempo, innescando un processo di desertificazione.

Anche la tessitura del suolo può influenzarne negativamente la produttività in presenza di un basso tenore di nutrienti inorganici o di sostanza organica. Quando la ridotta Capacità di Scambio Cationico si sposa ad una granulometria svantaggiosa (che favorisce eccessivamente l'infiltrazione per cui l'acqua penetra troppo in profondità lontano dalle radici, oppure al contrario, limita l'infiltrazione favorendo il ristagno idrico), le piante non sono più capaci di trarre dal terreno le sostanze nutrienti e l'acqua.

In più, nei suoli delle zone aride la forte evaporazione fa spesso depositare sulla superficie i sali minerali che stratificandosi formano la laterite, una coltre sterile e dura.

Come conseguenza di tutto questo si ha la necrosi della vegetazione presente e la riduzione progressiva della biomassa, cosa che porta alla perdita di sostanza organica e all'acidificazione dei suoli.

Cattive pratiche agricole, che non tengono conto delle capacità produttive di un suolo ma mirano ad aumentare la quantità di prodotto indipendentemente dalle condizioni reali del terreno, portano a questo tipo di conseguenze.

In Africa, dove la popolazione da sfamare è in repentina crescita e dove di pari passo cresce la domanda alimentare, suoli già di per sé poco produttivi sono stati ipersfruttati e sono divenuti sterili.

Nelle zone peri-sahariane le forme di degrado chimico più comuni sono l'*acidificazione* e la *salinizzazione*.

L'*acidificazione* è quel processo per cui le basi di scambio presenti nel suolo vengono sostituite da degli ioni H⁺. Si tratta di una conseguenza diretta della riduzione della sostanza organica e del prelievo, senza successivo reintegro, di nutrienti dal suolo. È un fenomeno che può essere accelerato dall'apporto esterno di sostanze acidificanti (urea, solfato d'ammonio). Spesso quando lo ione idrogeno si lega alle particelle di suolo, alcuni ioni metallici tossici quali l'alluminio o il boro vengono portati in soluzione, con effetti negativi per le piante che assorbono l'acqua in cui questi metalli sono contenuti.

La *salinizzazione* è, invece, un processo di accumulo dei sali sulla superficie del suolo (fig. 21) o all'interno del profilo, che provoca effetti negativi sulla sua qualità e sulla produzione di vegetali. Ne consegue una diminuzione del rendimento a breve termine e una sterilizzazione del suolo a lungo termine. Questo perché la quantità di sali presenti influisce sul potenziale osmotico della soluzione del suolo.

Ne consegue che, quando la concentrazione di sali è troppo elevata, il potenziale osmotico¹ si riduce e le piante hanno difficoltà a captare l'acqua dal terreno. Inoltre il sodio in eccesso (o altri ioni che compongono i sali presenti) si lega alle argille e viene scambiato con ioni tossici analogamente a quanto accade nel processo di acidificazione.

¹ $p_o = K \cdot CE$ (bars) (dove p_o è il potenziale osmotico, CE è la conducibilità elettrica in $mS \cdot cm^{-1}$ a 25 °C, e K è un valore compreso, a seconda dei sali, tra 0.28 e 0.38).



Figura 21. Salinizzazione. Il suolo è coperto da uno strato superficiale di sale, che lo rende impermeabile (foto D. Pittalis).

La salinità del terreno, in quanto responsabile di una riduzione della disponibilità idrica per la coltura e di una conseguente riduzione della sua traspirazione, esercita effetti negativi sui rendimenti, che diminuiscono più o meno marcatamente in funzione della specie considerata, dell'andamento pluviometrico e dello stadio fenologico in cui si verifica stress. In tali condizioni (a causa di un processo di imbibizione del seme che avviene più lentamente che in condizioni di acque di irrigazione non saline), il tasso di germinazione è ridotto e l'emergenza è ritardata. La durata delle fasi fenologiche è ridotta in conseguenza delle condizioni di stress idrico in cui si trova la coltura e la fioritura è perciò anticipata.

Tra gli altri effetti negativi c'è la cosiddetta "deflocculazione", ossia il fatto che la riduzione della Capacità di Scambio Cationico dovuta alla salinizzazione fa in modo che le particelle si disperdano e che non sia più possibile il legame con l'acqua, per cui il suolo diviene impermeabile.

Secondo i dati FAO ogni anno 100.000 km² di terre irrigue (dal 3 al 4 % del totale) sono sottratte all'agricoltura a causa di questo problema ed attualmente circa la metà di tutte le superfici irrigue sono minacciate a lungo termine.

Le colture hanno una diversa tolleranza rispetto alla concentrazione di sali. In base ad essa possono essere suddivise in *colture sensibili* (la maggior parte degli alberi da frutto, alcuni legumi), *colture a tolleranza media* (legumi, cereali e alcune colture da frutto quali olive, uva, fichi, melograni) e

colture tolleranti (cotone, orzo, datteri, cocco)².

Esistono essenzialmente due tipi di salinizzazione:

- *salinizzazione primaria o naturale* : dovuta ai sali che si formano dall'alterazione geochimica delle rocce o dagli apporti naturali esterni, quali:

- *intrusione* di acqua salata nelle zone costiere o subsidenza delle terre basse;
- *inondazioni* periodiche da parte di acque saline o salinizzate;

- *salinizzazione secondaria*: dovuta all'attività umana; essa è legata frequentemente a pratiche agricole inadeguate; le sue cause sono:

- *irrigazione* con acque di bassa qualità (saline); gli effetti negativi dell'utilizzo di queste acque sono di gravità diversa a seconda delle condizioni pluviometriche e della domanda evapotraspirativa della località considerata;
- risalita per *capillarità* dell'acqua di una falda freatica che è stata salinizzata a causa di un eccessivo emungimento: quando l'acqua della falda risale fino alla superficie del suolo, essa evapora con accumulo dei sali;
- trasporto dei sali, per *ruscellamento* e *dilavamento*, da aree con suoli salinizzati ad aree precedentemente non contaminate.

I rischi della salinizzazione dipendono da:

- concentrazione di sali e tipo di sali;
- quantità d'acqua somministrata e tecniche di irrigazione;
- fattori climatici, quali evapotraspirazione, temperatura e velocità del vento;
- capacità di drenaggio (legata alla tessitura, ossia al fatto che il suolo sia più o meno sabbioso, argilloso o limoso);
- profondità della falda freatica (se è poco profonda c'è una risalita capillare che porta all'accumulo dei sali; se è troppo profonda il suolo resta arido);
- esistenza e funzionamento di una rete di drenaggio.

In base al contenuto in sali, i suoli possono essere suddivisi, rispettivamente, in:

² Concentrazioni di sali tollerate dalle differenti colture:

- *Colture sensibili*:

$C_s = 2$ mS/cm;

- *Colture a tolleranza media*:

$C_s = 4$ mS/cm;

- *Colture tolleranti*:

$C_s = 8$ mS/cm;

C_s è la soglia critica al di sopra della quale si manifesta una diminuzione significativa del rendimento (misurato su un estratto di pasta satura).

1. *Salini*: sono poveri di sodio, ma ricchi in sali bianchi (cloruri, solfati, carbonati di calcio o di magnesio); generalmente sotto forma di flocculati, la loro lisciviazione è efficace;
2. *Alcalino-salini*: hanno una struttura generalmente buona, ma che si può degradare considerevolmente a causa della lisciviazione, sono quindi necessari degli apporti di cationi di sostituzione;
3. *Alcalini*: sono ricchi in sodio; a causa della dispersione della materia organica la lisciviazione è difficile e vi è la necessità di sostituire il sodio con un altro catione (per es. calcio)³.

Al fine di prevenire i rischi di salinizzazione è necessario adottare le seguenti misure preventive:

- verificare la qualità dell'acqua d'irrigazione;
- gestire in modo ottimale l'irrigazione, in modo da evitare la percolazione al di fuori dei periodi di lisciviazione;
- limitare le perdite d'acqua nei canali ed apporti esterni;
- controllare del livello di salinità del suolo.

Nei casi estremi bisognerebbe:

- monitorare e controllare il livello della falda;
- ridurre la domanda evaporativa e la risalita capillare;
- tener conto del fabbisogno d'acqua di lisciviazione.

In vari paesi africani, tra cui la Tunisia, si sta cercando di studiare e monitorare il fenomeno della salinizzazione per poterlo tenere sotto controllo e limitarne gli effetti negativi sulle colture. A tal fine viene calcolato il bilancio di salinità dei suoli, dato dagli apporti meno le perdite. Da questo tipo di studi è emerso che, fra le varie modalità di accumulo di sali nel suolo (apporti) e di dispersione degli stessi (perdite), quelle che hanno un maggior peso nel determinare la quantità di sali presenti nel suolo sono l'apporto tramite irrigazioni, l'apporto per risalita capillare e le perdite

³ Salinità dei suoli:	CE	PSS
1 salini	> 4	< 15
2 alcalini	< 4	> 15
3 alcalino-salini	> 4	> 15

(dove CE è la Conducibilità Elettrica, e con PSS si intende la Percentuale di Sodio Scambiabile).

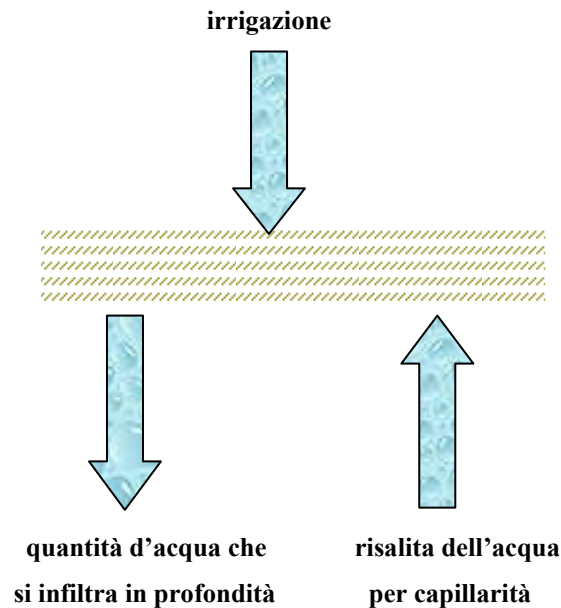
Il livello di salinità di un suolo si calcola misurando:

- la conducibilità elettrica a 25 °C;
- l'alcalinità rappresentata dalla percentuale di sodio scambiabile (PSS)

$$\text{PSS} = \frac{100 \text{ Na}}{\bullet \text{ CSC}}$$

(dove la Capacità di Scambio Cationico CSC è espressa in meq/100g di suolo).

per percolazione ⁴.



Per calcolare la quantità d'acqua d'irrigazione necessaria ad assicurare il fabbisogno idrico dei vegetali e un'adeguata lisciviazione bisogna tener conto della necessità di un corretto equilibrio tra apporti idrici e perdite, ma anche delle necessità idriche delle varie colture e della loro tolleranza ai

⁴ Il bilancio di salinità all'interno del suolo è dato dall'equazione:

$$\text{Apporti} - \text{Perdite} = \Delta M_s \quad 1)$$

dove gli *Apporti* provengono da: precipitazioni ($P_e C_p$, dove P_e è la quantità di precipitazioni e C_p è la concentrazione di Sali dell'acqua piovana); irrigazione ($I_r C_i$, dove I_r è la quantità d'acqua fornita per irrigazione e C_i è la concentrazione di sali dell'acqua irrigua); risalita capillare ($G C_g$, dove G è la quantità d'acqua che risale dalla falda per capillarità e C_g è la concentrazione di sali di tale acqua); dissoluzione (M_d); agricoltura (M_a)

e le *Perdite* da percolazione ($D C_d$, dove D è la quantità d'acqua che si infila nel terreno e C_d è la concentrazione di sali di tale acqua); prelievi dei vegetali (M_v); adsorbimento (M_p).

L'equazione 1 diventa quindi:

$$\Delta M_s = P_e C_p + I_r C_i + G C_g + M_d + M_a - D C_d - M_v - M_p \quad 2)$$

L'ipotesi più frequente è che:

- $C_p \approx 0$, cioè la concentrazione dei sali delle precipitazioni sia nulla;
- $M_d \approx 0$, cioè che gli apporti di sali dovuti alla dissoluzione siano nulli;
- $M_a \approx 0$, cioè che gli apporti dovuti all'agricoltura siano nulli;
- $M_v \approx 0$, cioè che i prelievi dai vegetali siano nulli;
- $M_p \approx 0$, cioè che l'adsorbimento sia nullo.

Perciò l'equazione 2 si può ridurre a:

$$\Delta M_s = I_r C_i + G C_g - D C_d \quad 3)$$

Ed effettivamente sono proprio questi tre fattori, apporto tramite irrigazioni, apporto per risalita capillare e perdite per percolazione (che compaiono appunto nell'equazione 3), quelli che spiegano in buona parte la salinizzazione dei suoli.

sali, nonché delle proprietà fisico-chimiche del suolo⁵. Il calcolo degli equilibri chimico-fisici nel suolo deve tenere conto delle reazioni di scambio cationico, della precipitazione e della solubilizzazione del gesso e della calcite. Supponendo che i diversi equilibri implicati in queste reazioni siano raggiunti, si potrà calcolare la concentrazione dei diversi ioni che si trovano nel suolo e definire sia il mezzo ionico al quale saranno esposte le radici e le piante sia la composizione che andrà a lasciare nel suolo le croste superficiali⁶.

2.3.3.3. Degrado biologico

Si manifesta essenzialmente con la riduzione del tasso di sostanza organica presente nel suolo.

Questo si verifica frequentemente nel caso di sfruttamento agrario delle zone aride e tropicali.

La SO gioca un ruolo fondamentale nel preservare la fertilità del suolo, in quanto favorisce il mantenimento della sua struttura. Le sostanze chelanti di cui è composta svolgono l'importante funzione di aggregare le particelle di suolo tenendole unite con un legame di tipo fisico. Grazie a questa funzione di collante, essa concorre, insieme alla Capacità di Scambio Cationico (capacità del suolo di trattenere elementi per mezzo di legami di tipo chimico), a fissare nel suolo le sostanze nutritive; inoltre alimenta la microfauna la quale smuovendo il suolo ne favorisce la porosità e

⁵ La quantità d'acqua d'irrigazione necessaria per soddisfare il fabbisogno idrico delle colture viene calcolata come segue: ipotizzando nel *bilancio di salinità* un completo equilibrio fra apporti e perdite ($\Delta Ms = 0$) si ha che:

$$Ir Ci = D Cd - G Cg \quad 4)$$

Nel caso di una falda profonda l'apporto per risalita capillare $G = 0$, di conseguenza l'equazione 5 diventa:

$$Ir Ci = D Cd \quad 5)$$

Poichè Cd (concentrazione di sali nell'acqua di percolazione) non deve superare un valore massimo Cs (soglia critica):

$$Ir Ci = D Cs. \quad 6)$$

Per quel che concerne la lisciviazione, si definisce *coefficiente di lisciviazione* (LR) il rapporto:

$$D / Ir = Cs / Ci \quad 7)$$

Poiché l'equazione del bilancio idrico per un periodo prolungato è:

$$D = Pe + Ir - ET \quad 8)$$

(dove ET è l'evapotraspirazione, Pe è l'acqua di precipitazione e Ir è l'acqua di percolazione), l'equazione 6 diventa:

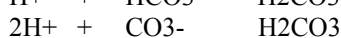
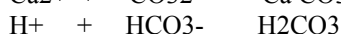
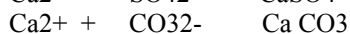
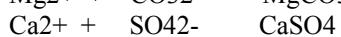
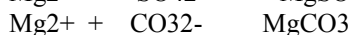
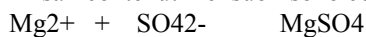
$$Ir Ci = (Pe + Ir - ET) Cs \quad 9)$$

dalla quale si ricava che:

$$Ir = (ET - Pe) Cs / Cs - Ci \quad 10)$$

Ir è la quantità d'acqua di irrigazione necessaria per soddisfare il bisogno idrico e per mantenere la zona radicolare ad una concentrazione di sali inferiore a un certo valore critico Cs , funzione della resistenza al sale della coltura.

⁶ I sali contenuti nei suoli sono costituiti dalle seguenti specie chimiche:



I moti dei soluti nel suolo sono la diffusione e il trasporto convettivo con l'acqua e sono governati dall'equazione differenziale:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{D \partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x}$$

Dove C è la concentrazione di sali, D è la diffusione per drenaggio e V è il trasporto convettivo tramite l'acqua.

l'ossigenazione, oltre alla capacità di stoccaggio dell'acqua. Infine, mineralizzandosi, la SO fornisce elementi fertilizzanti utili per le colture, e aiuta a limitare l'acidificazione.

Un'altra forma di degrado biologico consiste nella riduzione della quantità di microrganismi e microfauna presenti nel suolo che, oltre ad esercitare l'importante funzione già detta di mantenerne la struttura, sono utili per la decomposizione della SO e per la sua trasformazione in humus.

2.3.1. Erosione eolica

Quando il suolo perde la sua struttura per effetto dell'alterazione *in situ*, viene meno la coesione fra le particelle dovuta alla presenza di sostanza organica o di legami ionici; di conseguenza il suolo sciolto, non trattenuto dalle radici degli alberi, può agevolmente essere trasportato dal vento o dall'acqua.

Come si è già detto l'erosione è un fenomeno naturale, ma quando l'azione dell'uomo porta a desertificare estese superfici può assumere proporzioni disastrose.

In Africa il 37% del territorio è affetto da desertificazione ed erosione eolica.

Per quanto riguarda la parte settentrionale del continente:

- il sud della Tunisia, al di sotto di Tozeur e Kebili, dove si trova l'Erg Orientale, è coperto dalle dune e così anche gran parte del Marocco e dell'Egitto;
- in Algeria le aree ormai lasciate al deserto sabbioso si trovano sparse sul territorio a macchia di leopardo;
- in Libia un terzo del territorio è coperto da dune.

La porzione di territorio desertificata o minacciata dall'erosione eolica corrisponde al 76% per la Tunisia, al 90% per la Mauritania, al 91% per il Marocco, al 92% per l'Algeria, e infine al 100% per Libia ed Egitto.

Per quanto riguarda i paesi del Sahel, la situazione è altrettanto drammatica: essa si è aggravata maggiormente negli ultimi decenni con la grande siccità che è cominciata negli anni '50-'60, si è aggravata drasticamente negli anni '70 e continua ancor oggi, sia pure con fluttuazioni periodiche. Negli anni '70 e '80 una serie di annate particolarmente secche ha portato la pluviometrica più alta ad abbassarsi nettamente verso sud, col risultato che anche nella fascia meridionale dell'area, la più piovosa, le precipitazioni sono scese in media dai 350-400 mm ai 150 mm. Gli studi fatti sui cambiamenti climatici evidenziano in parallelo una drastica riduzione della vegetazione (riduzione nettamente visibile dalle immagini satellitari e fotogrammetriche) e di conseguenza un netto aumento della superficie soggetta all'erosione eolica.

Il fenomeno è aggravato nei paesi sub-sahariani dalla presenza di un vento secco, l'*harmattan*, che soffia senza tregua col suo inevitabile seguito di polvere e di sabbia. Nella stagione calda ogni mattina col suo soffio bollente l'*harmattan* spazza via i residui dell'humus superficiale inaridendo sempre più i suoli e le piante; spesso esso porta con sé anche la cosiddetta “nebbia asciutta”, nuvole di minuscole particelle sospese, che oscurano il cielo e annullano la visibilità. Si creano così le cosiddette “dune mobili”: la sabbia, non più trattenuta dalle radici ed esposta all'azione del vento, viene trasportata dalla zona di deflazione a quella di deposito; dove le dune arrivano, si creano le condizioni perché se ne costituiscano di nuove.

Il problema dell'insabbiamento è fortemente sentito lungo il fiume Niger; l'accumulo si verifica nelle zone più basse, come l'alveo del corso d'acqua. Il deposito delle sabbie manifesta le sue conseguenze negative più evidenti in corrispondenza delle infrastrutture ricoprendo spesso strade, intere oasi, villaggi e città (fig. 22), con conseguenze negative sulla viabilità, sulla vita di tutti i giorni e sull'agricoltura. Infatti le sabbie che formano il deserto sono particelle di gesso, cloruro di sodio, carbonato di calcio, silice e sostanza organica che il vento ha strappato ai laghi salati (*chott*), alle rocce delle montagne ed al suolo, e le ha accumulate sotto forma di dune. In assenza di vegetazione e a causa delle alte temperature associate alla forte evaporazione le particelle organiche vengono presto mineralizzate, quindi le dune risultano per lo più composte da sostanze inerti, suoli che hanno perso completamente la loro fertilità.

Per contrastare il fenomeno dell'insabbiamento sono necessari interventi onerosi a carico delle autorità locali, che spesso risultano inefficaci, non garantendo i risultati attesi (specie nel caso di opere di sola fissazione meccanica).



Figura 22. Serie lineari di dune in avvicinamento alla città di Nouakchott, capitale della Mauritania (foto pubs.usgs.gov).

Nelle zone a nord del Sahara il vento dominante è il maestrale, che soffia da nord-est. Per molti anni, in assenza di studi specifici a riguardo, si è pensato che il deserto si espandesse verso i paesi

che si affacciano sul Mediterraneo perché le sue sabbie portate dal vento ricoprivano i territori circostanti. Questo sarebbe stato possibile solo se la direzione di provenienza del vento dominante fosse quella del Gran Erg Orientale cioè sud-ovest. Si è poi scoperto che il Sahara avanza ogni anno non da sud verso nord, ma da nord verso sud, a riprova del fatto che la sua avanzata è solo apparente e in realtà sono le attività antropiche a desertificare sempre nuovi territori, il cui suolo ormai privato di ogni sostanza nutritiva va a depositarsi in quella sorta di grande bacino di accumulo che è il Sahara. A questo proposito è emblematico il caso dell'Algeria, dove circa 20 anni fa fu avviato un progetto di piantumazione di alberi nel nord algerino per costituire un argine contro l'avanzata del deserto, ma le dune si spostavano nella direzione opposta e il progetto fallì.

2.3.1. Erosione idrica

L'erosione idrica può agire attraverso l'azione battente esercitata dalle gocce di pioggia (*splash erosion*), che causano la rottura degli aggregati e spostano le particelle, e/o attraverso l'azione del ruscellamento.

I due fenomeni sono tra loro collegati, infatti le particelle di suolo disaggregate per effetto delle piogge vanno a formare una crosta superficiale che impedisce l'infiltrazione dell'acqua, la quale in tal modo ruscellerà, causando il trasporto del suolo stesso.

L'erosione idrica provoca l'allontanamento delle particelle solide più fini e più fertili (limi, argille, humus) lasciando in posto suoli sabbiosi o ghiaiosi, non coltivabili. Ci sarà poi una zona di deposito che diventerà più fertile a causa dell'accumulo di tali particelle. A questo tipo di erosione, che può essere definita *areale* (quando una pellicola d'acqua scorre sul suolo asportandone solo le parti più leggere) si contrappone una tipologia di erosione che provoca alterazioni più profonde sul paesaggio, l'erosione *incanalata*.

Questo si verifica nelle pendenze, dove il fenomeno erosivo acquista velocità e forza, generando gradoni e rotture di pendio, e vengono asportate grandi quantità di materiale, fine e grossolano, per cui si possono avere anche delle slavine. Con lo scorrere continuo dell'acqua in punti lasciati sproteetti dalla vegetazione l'acqua scava nel terreno creando vie preferenziali di scorrimento, che prendono il nome di *rills* quando sono poco profonde, mentre quando raggiungono dimensioni notevoli e costituiscono punti di confluenza di più vie di ruscellamento si chiamano *gullies*. Portata all'estremo, questo tipo di erosione genera i cosiddetti "calanchi" (*badlans*), in cui il suolo nudo e la forte pendenza, resa ancora più drammatica dal ruscellamento, fa sì che estese superfici siano ormai del tutto improduttive, non solo dal punto di vista agronomico ma anche da quello biologico (fig. 23).



Figura 23. Formazioni calanchive, Tunisia (foto R. Dore)

I fattori che condizionano l'erosione idrica sono:

- tipo di suolo;
- grado di copertura vegetale;
- lunghezza ed inclinazione dei pendii;
- esposizione della superficie.

Nel Sahel il problema è legato all'intensità delle precipitazioni che si registrano generalmente dopo un prolungato periodo di siccità, che dura in genere 9 mesi. È questo il periodo in cui le piogge fanno i maggiori danni; infatti dopo il lungo periodo di siccità il suolo, quasi completamente nudo, è particolarmente suscettibile all'azione meccanica della pioggia battente. Oltre ad essere concentrate in un periodo dell'anno molto limitato, le precipitazioni in quest'area sono spesso a carattere temporalesco, perciò l'erosione idrica produce danni ingenti. Sono quindi frequenti i fenomeni erosivi causati da ruscellamento tra cui, non rari, i calanchi.

I corsi d'acqua, indicati col termine arabo di *wadi* o *koris*, sono per lo più a carattere stagionale e periodicamente si prosciugano. Il letto dei fiumi è sassoso nei punti di maggior pendenza, e viene

colmato di sedimenti fangosi nei punti più a valle, con frequenti straripamenti a seconda dell'intensità dell'evento meteorico.

2.4. Acqua

2.4.1. Riserve idriche dell'area peri-sahariana e problematiche connesse alla gestione della risorsa

Una delle problematiche più sentite in tutti i paesi peri-sahariani è la scarsa disponibilità d'acqua, dovuta naturalmente a cause climatiche, ma ciò che rende il problema più drammatico e pressante è la scarsa disponibilità di strutture che permetterebbero lo sfruttamento delle risorse esistenti.

I paesi della zona settentrionale e meridionale del Sahara sono posizionati su dei grandi bacini sedimentari che contengono riserve sotterranee d'acqua piuttosto consistenti. In particolare in quest'area si possono distinguere 6 bacini idrogeologici: quello della Nubia (Libia ed Egitto), quello cosiddetto del Tchad (che comprende Tchad e parte del Niger), quello di Iullemeden (Niger, Mali, Algeria), quello di Taoudeni-Tanezrouft (Mali-Algeria), quello Senegalese-Mauritano e quello del Sahara Settentrionale (Algeria, Tunisia e Libia), comunemente noto come SASS (*Système Aquifère du Sahara Septentrional*).

Benché le riserve d'acqua presenti nel sottosuolo siano abbondanti, queste sono spesso situate a profondità notevoli. C'è quindi una forte difficoltà nell'approvvigionamento della risorsa idrica da parte della popolazione. Per l'emungimento sono necessari pozzi artesiani e i tempi di ricarica di queste "acque fossili" sono lunghissimi. I prelievi sono notevolmente superiori rispetto alla capacità di recupero della falda. Inoltre, vista la profondità dell'acquifero, sono spesso molto calde, e ciò dà dei problemi per lo sfruttamento.

Se l'estrazione e l'utilizzo di acque profonde sono onerosi e determinano un forte danno ambientale perché gli acquiferi non sono in grado di ricaricarsi, anche quando l'acquifero non è molto profondo ed è più facilmente sfruttabile i problemi sono comunque numerosi: l'acqua è di bassa qualità per cause naturali (infiltrazione di reflui umani e animali; presenza di *chott*, laghi salati) o antropiche (quali salinizzazione dei suoli o intrusione di acqua di mare per eccessivo emungimento).

La forte siccità del Sahel e l'avanzata del deserto hanno reso necessario un maggiore consumo di risorsa idrica; questo fenomeno è stato rafforzato dal massiccio incremento demografico degli ultimi decenni e dalla comparsa di nuove necessità in relazione allo sviluppo dell'agricoltura, dell'industrializzazione e dell'urbanizzazione.

Di conseguenza le piezometriche continuano ad abbassarsi, la qualità delle acque si riduce sistematicamente e l'emergenza idrica diviene di anno in anno più grave.

Questi acquiferi, a causa della scarsità di acque superficiali, finiscono con l'essere spesso l'unica fonte di approvvigionamento idrico (e quindi di sviluppo) per milioni di persone che, non potendola utilizzare in maniera sostenibile o a causa delle problematiche di cui si è accennato, entrano spesso in competizione per la spartizione di tale preziosissima risorsa; il loro utilizzo costituisce, quindi, fonte di problemi anche sociali oltre che economici e ambientali.

3. La lotta alla desertificazione sul piano istituzionale

3.1. Istituzioni e organizzazioni nazionali e transnazionali

3.1.1. L'IRA (*Institut des Régions Arides*)

In vari paesi africani sono sorti enti statali finalizzati a studiare le problematiche legate alla desertificazione e ad elaborare soluzioni tecniche di lotta per contrastare questo processo. Vista l'importanza cruciale che riveste per la Tunisia lo sviluppo della ricerca e degli studi scientifici nel campo della conservazione, della protezione e del recupero degli ecosistemi aridi e desertici, il governo tunisino ha creato nel gennaio del 1976 l'Istituto delle Regioni Aride (IRA). Nato come scuola superiore di pastoralismo, è diventato istituto di ricerca nel 1982 nell'ambito della stessa scuola, per mutarsi in ente indipendente nel 1984. Da allora ha optato per un approccio integrato che unisce ricerca, formazione e azioni indirizzate allo sviluppo socio-economico del territorio.

- L'attività di *ricerca* si basa sullo studio del suolo e dei fenomeni erosivi, dell'idrogeologia e della geomorfologia, delle pratiche zootecniche ed agricole sostenibili.

- La *formazione* mira alla creazione di figure professionali altamente competenti da poter inserire in contesti operanti nel settore agricolo e di pianificazione; essa ha permesso di dotare di quadri specializzati gli organismi che operano in questo settore, tramite l'organizzazione di workshops, corsi e stages tecnici in collaborazione con altri enti e organismi internazionali (fig. 24).



Figura 24. Institut des Régions Arides, Médenine: attività di formazione in collaborazione con l'Università di Sassari (foto D. Pittalis)

- Il trasferimento tecnologico delle innovazioni messe a punto in ambito di ricerca è il fulcro attorno al quale ruota l'attività finalizzata allo *sviluppo socio-economico* delle zone aride, ed in questo senso è rilevante la cooperazione con tecnici ed agricoltori nonché l'assistenza ad enti nazionali ed internazionali operanti nel campo della desertificazione. L'istituto dà una grande importanza alla divulgazione delle informazioni raccolte nell'ambito delle attività di studio e dei risultati delle ricerche e delle azioni intraprese sul territorio, in modo da poter essere d'aiuto nell'ideazione di strategie nazionali e internazionali per la lotta alla desertificazione.

Le attività suddette sono inserite nell'ambito di un'attiva cooperazione che ha visto l'IRA adottare una politica di apertura alle istituzioni nazionali e regionali, partecipando a programmi di sviluppo di istituzioni internazionali (OSS, IRD, PNUD, FAO, UNESCO, PNUE, ALESCO, UE) e stringendo accordi bilaterali con l'Algeria, l'Egitto, il Canada, la Francia, il Belgio, l'Italia e la Svezia. Inoltre ci sono state collaborazioni con numerosi altri istituti che si occupano di formazione, tra cui l'Istituto Agrario di Tunisi e l'Accademia Cinese delle Scienze. Nel corso del tempo, la struttura ha acquisito ampia esperienza nel settore del degrado ambientale; perciò presenta tutti i requisiti per essere un sito privilegiato in Africa e nel bacino del Mediterraneo, dove cioè nuove tecniche e nuovi metodi di lotta alla desertificazione potrebbero essere sviluppati e testati.

Per fare un esempio dell'importanza riconosciuta all'istituto dal governo tunisino basta pensare che tutti i mezzi di trasporto che gli appartengono riportano nella targa il codice "01" che in Tunisia è assegnato solo alle massime autorità politiche.

La strategia dell'IRA è basata:

- su un approccio globale dei problemi, in quanto la corretta gestione delle risorse naturali non può essere risolta che su scala transnazionale;
- sulla multidisciplinarietà, poiché molti sono i fattori che interferiscono nella gestione delle risorse;
- su tecnologie innovative che integrino e sviluppino quelle provenienti dai saperi tradizionali;
- su una condivisione delle scelte a livello locale (approccio partecipativo).

Per quanto riguarda la ricerca, l'approccio di tipo multidisciplinare ha permesso, da una parte, una comprensione migliore dei processi di erosione e di desertificazione, e d'altra parte l'ideazione di soluzioni per lo sviluppo delle regioni aride, dalla riabilitazione delle zone affette all'elaborazione di metodi per uno sfruttamento ottimale dell'acqua, dei suoli, delle risorse vegetali ed animali. L'aspetto socio-economico dello sviluppo viene analizzato attraverso l'analisi delle dinamiche dei sistemi di produzione.

L'istituto è strutturato in diverse sedi: una centrale, che si trova ad El Fjé, presso Médenine (fig. 25), e quattro dislocate a Kébili, Gabès, Tataouine e Ben Gardane, oltre ad una rete di stazioni

sperimentali sparse in tutto il territorio del sud della Tunisia. Dispone di più di cento dipendenti tra ricercatori, insegnanti e assistenti tecnici e di apparecchiature e strumentazioni d'avanguardia.



Figura 25. Institut des Régions Arides, Médenine (foto E. Melis)

Il centro è dotato di 5 dipartimenti di ricerca:

- *Laboratorio di eremologia e lotta alla desertificazione*, di cui è attualmente responsabile il Dott. Tamallah: ha come scopo quello di operare nel settore agricolo ed ambientale per la conservazione delle risorse naturali e la mitigazione dei fenomeni di desertificazione; le attività di tale dipartimento riguardano, prevalentemente, il monitoraggio dei processi di desertificazione per mezzo di tecniche di telerilevamento, lo studio dell'erosione eolica e la stabilizzazione delle dune di sabbia, la gestione della risorsa suolo, l'utilizzo razionale delle risorse naturali e l'impiego di fonti di risorsa idrica non convenzionali (acque salse e reflue);

- *Laboratorio di ecologia pastorale e tutela delle terre marginali*, di cui è direttore il Dott. Neffati: si occupa della raccolta e conservazione di semi di essenze spontanee ed endemiche della steppa predesertica e desertica, con la finalità di costituire una banca del seme particolare attenzione è rivolta alla vegetazione foraggiera dei *parcours* (l'attività svolta è integrata in un progetto nazionale nominato "conservazione della biodiversità vegetale nelle regioni aride tunisine", che prevede

l'inventario, la collezione e la conservazione dei semi delle differenti specie spontanee nelle zone tunisine aride e desertiche);

- *Laboratorio di allevamento e gestione della fauna selvatica*, diretto dal Dott. Khorchani: la sua attività è dedicata alla valorizzazione dell'allevamento dei dromedari e dei prodotti da essi derivanti, alla gestione della fauna selvatica e all'impatto che le attività zootecniche provocano sul territorio;

- *Laboratorio di economia agraria e società rurali*, il cui direttore è il Dott. Sghaier: studia le tematiche inerenti lo sviluppo rurale, la pianificazione e gestione delle risorse naturali delle zone aride, articolando le proprie ricerche sull'analisi delle problematiche concernenti:

- gestione delle risorse naturali e della popolazione nelle zone aride,
- saperi locali e tecniche tradizionali,
- dinamiche socio-economiche (a tal fine si serve di tecnologie GIS).

- *Laboratorio di aridocoltura e colture in oasi*, di cui è il responsabile il Dott. Ali Ferchichi.

Vi sono poi tre *unità operative* che si occupano di:

- valorizzazione di progetti di sviluppo;
- raccolta di informazioni e documentazione sulle regioni aride;
- formazione.

3.1.2. *L'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel)*

L'OSS è un organismo internazionale che comprende 20 paesi africani affetti da desertificazione; annovera, inoltre, tra i suoi membri, 4 paesi europei (Germania, Francia, Italia e Svizzera) e un certo numero di organizzazioni quali il Comitato Internazionale per la Lotta contro la Siccità nel Sahel (CILSS), l'Autorità Intergovernativa per lo Sviluppo (IGAD), l'Unione del Maghreb Arabo (UMA) o la Comunità degli Stati Sahelo-Sahariani, alle quali si sono aggiunte varie istituzioni delle Nazioni Unite come l'UNESCO, l'UNITAR e il Segretariato della UNCCD.

Si tratta di un istituto nato nel 1992 a Parigi. Già attivo nell'Africa peri-sahariana, ha trasferito la propria sede a Tunisi nel 2000. Si occupa di ricerca scientifica relativamente alla desertificazione, e di sperimentazione sul campo. Gli strumenti di cui si serve sono:

- dati e informazioni sulla desertificazione costantemente aggiornati;
- processi di Agenda 21;
- collaborazione con i partners, istituzioni nazionali e internazionali, altre associazioni.

La cooperazione dell'OSS con le varie istituzioni si basa su un network, fondato sulla condivisione di dati e di esperienze, e i nodi focali di questa condivisione sono gli organismi governativi e le istituzioni con cui l'ente è in rapporto di collaborazione (fig.26).



Figura 26. Sede dell'OSS, Tunisi: presentazione delle attività dell'istituto dell'OSS durante un incontro con l'Università di Sassari (foto D. Brandano)

I principali programmi messi in atto dall'OSS sono:

- il DOSE (*Dispositif d'Observation et de Suivi de l'Environnement*), costituito da una serie di punti d'osservazione già operativi in 11 paesi africani (Algeria, Capo Verde, Egitto, Etiopia, Kenya, Mali, Marocco, Mauritania, Niger, Senegal e Tunisia), i quali rilevano i dati relativi al fenomeno della desertificazione in atto in questi paesi, permettono un costante monitoraggio (che ha il fine di tenere sotto controllo i processi di degrado) e danno una quantificazione della frequenza e dell'intensità degli impatti, anche antropici;
- il ROSELT (*Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme*), ossia una rete di punti d'osservazione sparsi sul territorio africano per lo studio e il monitoraggio a lungo termine della desertificazione: si basa sul presupposto che per trovare soluzioni al processo di degrado bisogna conoscerlo in maniera approfondita nelle sue numerose sfaccettature, non solo di tipo ambientale ma anche economico-sociale, valutando e quantificando i fenomeni, i processi e le variazioni nel tempo dei vari fattori che concorrono a determinarlo;

- i due sistemi informativi SID/SISEI (*Système de circulation de l'Information sur la Désertification e Système d'Information pour le Suivi de l'Environnement sur Internet*), implementati parallelamente tramite un partenariato con l'Istituto delle Nazioni Unite per la Formazione e la Ricerca: questa attività dell'OSS ha permesso la creazione dei primi portali internet dedicati alle politiche ambientali; a tal fine sono state realizzate anche dati ed elaborati indicatori e tabelle di bordo il cui scopo è anzitutto permettere ai governi e alle istituzioni di accedere alle informazioni, oltre che stimolare la cooperazione tra nazioni per risolvere i problemi comuni;
- un piano d'azione finalizzato alla gestione durevole degli acquiferi della zona sahelo-sahariana, con particolare riferimento al sistema SASS.

3.1.3. Il CRESA (*Centre Régional pour l'Enseignement Spécialisé en Agriculture*)

Il CRESA è un ente di formazione africano specializzato nello sviluppo rurale. Ha varie sedi, di cui una presso la Facoltà d'Agraria dell'Università "Abdou Moumouni" di Niamey (fig.21); altre sono presenti, con diverse specializzazioni, in Tunisia, in Burkina Faso, in Camerun e nella Costa D'Avorio: il Centro di Niamey è specializzato nell'agricoltura saheliana, quello di Tunisi nell'agricoltura mediterranea, quello in Burkina Faso sulla gestione della risorsa idrica e quelli in Costa d'Avorio e Camerun sull'agricoltura forestale. Il CRESA nasce come Istituto di istruzione superiore per l'agricoltura, ma oggi si occupa anche di formazione e di tutela dell'ambiente.

- *Attività di formazione:* sono attivati presso il Centro di Niamey dei corsi di agraria, di pedologia, di gestione delle risorse idriche e di zootecnia, durante i quali vengono impartite nozioni sul miglioramento dei sistemi agrari finalizzati alla salvaguardia ambientale che si avvalgono di numerose attività di campo. Lo scopo è quello di formare figure specializzate nella conoscenza delle problematiche ambientali, con la consapevolezza che l'approccio allo studio della desertificazione è multidisciplinare e non abbraccia soltanto aspetti di natura agronomica e scientifica, ma anche problematiche economiche, sociologiche e culturali: va quindi affrontato nelle sue varie componenti nell'ottica della sostenibilità.



Figura 27. CRESA, sede di Niamey, Niger (foto G. Ghiglieri)

Il governo locale e alcune istituzioni internazionali (tra cui la FAO e il CNEARC) assegnano delle borse di studio per la frequenza dei corsi che però sono a numero chiuso; è quindi molto difficile accedervi e ciò costituisce un problema considerato il vasto numero di richieste e la varia provenienza degli studenti, che arrivano da ben 12 paesi, tra cui Ciad, Mali, Congo, Mauritania e Senegal. Gli studenti che terminano il periodo di formazione possono conseguire due tipi di diploma: quello di tecnico ingegnere per chi ha seguito il corso breve e quello di agronomo per chi ha seguito la formazione completa la cui durata è di 14 mesi (più 6 di stage).

- *Attività di tutela del territorio*: i docenti svolgono presso il Centro anche delle attività di ricerca sulla desertificazione, servendosi di tecnologie innovative o in alcuni casi valorizzando tecniche tradizionali particolarmente efficienti anche da un punto di vista ecologico, oltre che produttivo. L'integrazione dello studio e dell'osservazione delle problematiche con gli interventi sul campo permette di verificare la validità delle tecniche utilizzate, ed eventualmente modificarle o sostituirle con metodi alternativi, favorendo così l'innovazione e costituendo un forte impulso per la ricerca scientifica. Le collaborazioni intraprese dal Centro con gli altri istituti attivi nel cercare soluzioni alle problematiche ambientali nelle zone aride, tra cui l'OSS (ma anche la FAO, l'UNEP, il PDRI, l'IRD e altri), permettono di internazionalizzare l'esperienza di ricerca.

3.1.4. Altri enti

A quelle indicate nei paragrafi precedenti si vanno aggiungere le seguenti organizzazioni regionali e internazionali:

- CILSS (*Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel*): ne fanno parte Mauritania, Mali, Niger, Burkina Faso, Senegal, Gambia, Tchad, Capo Verde e Guinea; si prefigge come obiettivo la sicurezza alimentare, il controllo della desertificazione, la corretta gestione delle risorse idriche e l'armonizzazione delle politiche nazionali di sviluppo nell'area saheliana; collabora con vari paesi del mondo (Germania, Francia, Paesi Bassi, Svizzera, Italia, Danimarca, Canada, USA, Giappone);

- UMA (*Union du Maghreb Arabe*), il cui obiettivo è la solidarietà economica tra i paesi che lo compongono (Marocco, Tunisia, Libia, Algeria, Mauritania); tali paesi all'atto della fondazione si sono impegnati per la delineaazione di una strategia comune di sviluppo, che poggia sulle seguenti fasi:

- creazione di una zona di libero scambio per tutti i prodotti del Maghreb;
- abolizione delle dogane e realizzazione di un mercato comune maghrebino;
- un'unione economica globale.

- UA (*African Union*), un'associazione internazionale di stati africani, il cui scopo principale è promuovere unità e solidarietà fra i popoli africani nella lotta contro la povertà, l'apartheid e le ultime vestigia della colonizzazione europea, in modo da promuovere uno sviluppo economico autentico ed indipendente; a tal fine l'associazione gode dell'appoggio delle Nazioni Unite;

- IGAD (*InterGovernmental Authority on Development*): il suo obiettivo è realizzare una cooperazione tra gli stati membri (Djibouti, Eritrea, Etiopia, Kenya, Somalia, Sudan e Uganda) attraverso la promozione della sicurezza alimentare, della gestione sostenibile dell'ambiente, del commercio intra-regionale e dello sviluppo delle infrastrutture al fine di migliorare le comunicazioni; tutto questo nel mantenimento della pace e del benessere socio-economico della popolazione.

A questi Enti se ne aggiungono molti altri che operano nello stesso campo; l'ACSAD (*Arab Centre for the Studies of Arid zones and Dry lands*), ad esempio, anche se non opera in maniera esclusiva nell'area africana, fa riferimento alla stessa zona geografica e alle stesse problematiche; ci sono poi gli organi che dipendono da altri enti, quali il *Club du Sahel* che, in qualità di organo dell'OCDE, funge da intermediario tra l'OSS e lo stesso OCDE, in maniera da dare la giusta visibilità in campo internazionale alle necessità dei paesi dell'area saheliana e da costituire un importante elemento di unione e di intermediazione tra i governi.

3.2. Programmi di studio e d'azione

3.2.1. Progetti di cooperazione internazionale nei paesi del Sahel

Nel corso del tempo, la desertificazione si è manifestata a livello planetario con una serie di fenomeni che, a causa della gravità delle loro conseguenze, hanno indotto i governi ed il mondo scientifico a prenderli nella dovuta considerazione.

La cooperazione internazionale ha portato alla realizzazione di una serie di progetti finalizzati al controllo, al monitoraggio e alla mitigazione degli effetti della desertificazione, con il coinvolgimento degli enti attivi sul territorio africano, per iniziativa di singoli paesi donatori o degli organismi internazionali.

Quello a cui si assiste, comunque, è un aumento del numero di iniziative intraprese, che va di pari passo col costante peggioramento delle condizioni ambientali ed economiche dei paesi del Sahel.

A livello mondiale si è parlato di desertificazione per la prima volta nel 1927, quando il termine venne coniato per fare riferimento alla trasformazione che certe aree stavano subendo in seguito all'espansione del deserto, indotta dallo sfruttamento delle risorse naturali da parte dell'uomo; fin dall'inizio dunque fu messo in evidenza che una delle cause principali del degrado è l'utilizzo inappropriato del suolo.

Per quanto riguarda il continente africano fu Aubreville, un forestale francese, il primo a definire nel 1949, il degrado constatato nel centro-Africa con il termine *desertificazione*.

Tra il 1968 e il 1972 un lungo periodo di siccità colpì tutta l'Africa e in particolar modo il Sahel, portando alla scomparsa di flora e fauna locale e all'esodo della popolazione verso i siti meno colpiti. Tale situazione fece emergere a livello internazionale le problematiche ambientali e socio-economiche africane: non era più possibile sottovalutare gli effetti della desertificazione, che in Africa risaltavano in tutta la loro drammaticità.

Le Nazioni Unite convocarono quindi una conferenza internazionale in cui, per la prima volta, tra le problematiche ambientali veniva incluso il degrado del territorio, allo scopo di approfondirne le conoscenze sia per individuare gli eventuali rimedi: la Conferenza di Nairobi del 1977 che cercò di delineare un programma di lotta al degrado del territorio e di elaborare una definizione valida a livello mondiale. In quest'occasione si identificò con il termine "desertificazione" la distruzione del potenziale biologico di un territorio che porta, a volte irreversibilmente, a profonde alterazioni dello stesso.

Da quando il 17 giugno 1994 è stata ratificata a Parigi la Convenzione Internazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione (fig. 28), che ha fatto particolare riferimento al continente africano, la

comunità internazionale si è impegnata compatta a contrastare gli effetti del fenomeno anche attraverso la lotta alla povertà e agli squilibri sociali.



Figura 28. In memoria del giorno di ratifica della convenzione, il 17 giugno si celebra la giornata mondiale della lotta alla desertificazione (fonte: www.unccd.int).

Da allora sono stati condotti numerosi studi per approfondire la conoscenza dei fenomeni di degrado e poter intraprendere azioni finalizzate a contrastarne gli effetti.

Una di queste ha visto impegnata in prima linea l'Università di Amsterdam, con un gruppo di 13 ricercatori che, grazie a fondi della FAO e delle ONG (Organizzazioni Non Governative), ha potuto intraprendere uno studio su 12 villaggi del Niger, su 9 dei quali è stata fatta una gestione controllata del territorio, in modo da poter confrontare i risultati ottenuti con le aree comprese nel territorio dei villaggi non sottoposti ad alcuna gestione. Per scegliere le aree da sottoporre a interventi e quelle campione con funzioni di controllo era naturalmente necessario operare in maniera scientifica analizzando i fattori e i processi di degrado, e quantificando tale degrado, in modo da poter scegliere aree campione che fossero quanto più possibile simili tra loro per poter essere raffrontabili.

All'origine dell'intervento vi è quindi uno studio del territorio, per cui ci si è avvalsi anzitutto delle tecniche telefotogrammetriche e di *remote sensing*. Dal raffronto tra le foto aeree e quelle satellitari (immagini ad alta definizione, 2m x 2m, fornite dai satelliti spia statunitensi) di epoche diverse per un periodo compreso tra il 1968 e il 1982, si sono potuti vedere gli effetti sulla copertura vegetale dovuti alla grande siccità che aveva interessato la zona negli anni '60, ma soprattutto in quelli '70 ed '80. Nel 1968 la vegetazione si presentava ancora in buone condizioni, nel 1980 risultava fortemente

degradata e del tutto scomparsa dai plateaux più elevati con la messa a nudo del suolo. All'epoca erano stati finanziati e portati a compimento diversi progetti di studio e di azione, ma i risultati di ricostituzione della vegetazione (valutati ponendo a confronto tre aree dove era stato eseguito l'intervento con altre tre su cui non si era operato), erano stati sostanzialmente scarsi.

Si passò quindi alla sperimentazione della gestione controllata, cercando di contrastare la desertificazione con una maggiore manutenzione dei terreni e con una gestione compatibile delle risorse. La risposta a questo nuovo approccio è stata positiva da più punti di vista:

- *economico*: dal confronto tra i siti gestiti e quelli non gestiti è emerso un aumento della produzione cerealicola del 60% a favore dei primi; i guadagni aggiuntivi che ne sono scaturiti hanno permesso l'acquisto di bestiame e un miglioramento generale del tenore di vita;
- *sociale*: la popolazione, che dal 1965 al 1985 era rimasta stabile in quanto il numero delle nuove nascite veniva controbilanciato dalla quota di agricoltori che emigravano in cerca di terreni più produttivi, ha evidenziato al contrario, dal 1985, un andamento in controtendenza, con una buona percentuale di lavoratori che rientravano al proprio villaggio; nei 9 villaggi monitorati si è verificato un incremento demografico del 25%. Inoltre, a causa della ricaduta economica apportata dagli interventi, nei villaggi a gestione controllata la povertà è diminuita del 50%;
- *ambientale*, perché il progetto ha portato ad un aumento della vegetazione, dell'umidità e quindi della risorsa idrica presente (si pensi che nel vicino Burkina-Faso la risalita della falda è stata pari a 5 m).

I dati relativi agli studi fatti e agli effetti degli interventi sperimentali sono di grande utilità, perché permettono agli amministratori locali di documentarsi sui problemi e sulle possibili soluzioni, consentendogli inoltre di acquistare maggiore fiducia nei progetti di risanamento del territorio. Fra l'altro gli studi hanno dimostrato che ad un aumento della produzione del 10% corrisponde una riduzione della povertà del 7-8%.

Nei paesi del Sahel la povertà costituisce un forte ostacolo allo sviluppo. Alcune interviste fatte alle popolazioni locali hanno appurato che gli abitanti del luogo si sentono "poveri" quando nelle annate di pioggia (cioè non in quelle siccitose, ma in quelle più vantaggiose da un punto di vista climatico) non riescono a produrre ciò che a loro basterebbe per sfamarsi.

Un altro progetto di cooperazione che ha interessato la stessa area climatica è l'IPAL (Progetto Integrato per le Terre Aride), attivato dall'UNESCO nel quadro del MAB (*Man And the Biosphere*: un insieme di azioni finalizzate alla ricerca di un'integrazione efficace fra l'uomo e l'ambiente) e in cooperazione col PNUE; il progetto è finalizzato in particolare alla tutela degli ecosistemi forestali in alcune zone del Kenya settentrionale considerate a rischio per la presenza di forme di sfruttamento

del territorio non sostenibili e suscettibili di aumentarne il degrado. Lo scopo finale degli interventi era garantire il sostentamento della popolazione autoctona proponendo metodi alternativi di gestione delle risorse.

L'IPAL ha previsto delle ricerche che sono state effettuate seguendo le seguenti linee direttrici:

- misura della biomassa e stima della produzione delle principali comunità forestali;
- determinazione di una base di riferimento da cui far partire le operazioni di studio e di monitoraggio dei sistemi arborei;
- valutazione quantitativa delle necessità di approvvigionamento di legname della popolazione.

Nel 1978 lo stesso programma è stato esteso alla Tunisia, per risolvere principalmente il problema della rigenerazione delle specie vegetali che potevano essere utilizzate per la fissazione delle dune. Successivamente è stato interessato anche il Niger, dove grazie al PNUD si sta oggi attuando un'azione finalizzata alla creazione di una "Cintura verde" intorno alla città di Niamey; anche in Niger, come in molti altri paesi africani, uno dei problemi principali è l'eccessivo taglio della vegetazione arborea e arbustiva.

Sempre in Niger è stato attivato nel 1984 un altro imponente progetto di riforestazione, finanziato dal Ministero degli Affari Esteri italiano e realizzato in collaborazione con la FAO, con il PAM (Programma Alimentare Mondiale) e con il Ministero dell'Agricoltura e dell'Allevamento del Niger. Per questo progetto il nostro Governo ha stanziato oltre 50 milioni di dollari destinati alla bonifica di una superficie complessiva di oltre 500.000 ha che sono stati letteralmente strappati al deserto: il progetto Keita, la cui area è caratterizzata da zone ormai aride e improduttive in cui non era più possibile praticare né agricoltura né allevamento e dove il livello delle falde si era abbassato spesso ben oltre i 200 m arrivando a raggiungere in alcuni casi le riserve di acqua fossili. Di questo progetto si parlerà diffusamente più avanti.

3.2.2. Piani d'Azione Nazionali

Le strategie messe in atto dai governi delle nazioni africane sono varie, ma hanno come denominatore comune la lotta alla desertificazione, non solo tenendo sotto controllo i fattori naturali di degrado, ma anche e soprattutto favorendo uno sviluppo socio-economico del territorio che sia compatibile con la tutela delle risorse. Qui di seguito riportiamo l'esperienza di due paesi situati uno a nord e uno a sud del Sahara: la Tunisia ed il Niger.

3.2.2.1. Il PAN tunisino

La lotta alla desertificazione in Tunisia ha attraversato, nel corso della storia, poiché già prima del XX secolo, esisteva una relativa pressione antropica sulle risorse naturali; il bacino del Mediterraneo è stato infatti luogo di diversi insediamenti umani e culla di differenti civiltà (babilonese, fenicia, greco-romana, cartaginese, arabo-musulmana), che quali hanno generato, chi più chi meno, un'alterazione dell'ecosistema. Tuttavia, un certo equilibrio è stato preservato fino all'inizio del XX secolo, grazie a tradizionali forme di gestione del territorio (transumanza, raccolta dell'acqua piovana) che oggi definiremmo ecocompatibili o sostenibili. In Tunisia, dopo l'indipendenza, la lotta alla desertificazione ha costituito una delle preoccupazioni maggiori per il governo tunisino, che si è trovato ad affrontare l'aumento della domanda di cibo, a fronte di una produzione sempre minore per via dei peggioramenti climatici.

Negli anni '80 è stato avviato il PDRI (*Projet de Développement Rural Intégré*), basato principalmente sull'approccio settoriale alla risoluzione dei problemi ambientali, nel segno della fattibilità tecnica e fisica.

Nel 1985 è stata formulata la prima strategia nazionale di lotta alla desertificazione; durante la conferenza di Rio del 1992 il governo tunisino ha espresso il proprio parere favorevole sull'adozione della Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione (UNCCD); questa Convenzione, entrata in vigore nel 1994, è stata ratificata dalla Tunisia nel 1995.

Il PAN tunisino, approvato nel 1998, è espressione di questa linea programmatica del governo e perciò è stato chiamato PAN/LCD (*Plan d'Action National sur la Lutte Contre la Désertification*); esso comprende varie strategie di mitigazione degli effetti della desertificazione, alcune delle quali già attivate prima dell'approvazione del PAN:

- CES (*Conservation des Eaux et des Sols*): è un programma per la conservazione del suolo e delle acque messo a punto nel periodo 1990-2000, che consiste nella realizzazione di alcune opere, quali:

- sviluppo integrato della raccolta delle acque superficiali (su un'area di 672.000 ha),
- gestione di una superficie di 305.000 ha di terra coltivata a cereali,
- azioni di gestione e manutenzione del suolo su un'area di 858.000 ha,
- creazione di 1.000 laghi collinari,
- installazione di 4.920 ricariche di acque profonde e di strutture di deviazione del flusso idrico;

il costo totale di tali opere ammonta a 562 milioni di dinari tunisini.

- lotta all'avanzata delle dune e all'insabbiamento; le opere programmate all'interno di questa strategia sono:

- creazione di 4.000 km di dune artificiali,

- innalzamento delle dune lungo un percorso di 8.000 km per frenare l'erosione delle zone circostanti,
- stabilizzazione delle dune con impianti vegetali su un'area di 24.000 ha,
- edificazione di 20.000 km di barriere frangivento;

- *piano d'intervento nel settore forestale e della pastorizia*: le azioni previste da tale programma sono:

- impianto di colture foraggere su 600.000 ettari (inclusi 200.000 di terre private),
- gestione e manutenzione di 2.200.000 ettari (compresi un milione di ettari su terreni privati);

- *progetto per lo sviluppo e la gestione delle risorse naturali*, riguarda essenzialmente due settori:

- lo sviluppo rurale, con il PDRI (*Projet de Développement Rural Intégré*) – che è quindi stato inglobato nelle strategie del PAN);
- l'agricoltura, con un apposito piano, il PDAI (*Projet de Développement Agricole Intégré*), creato ex novo.

Le opere che il PAN tunisino si propone di attuare risultano piuttosto costose; per questo ci si serve di meccanismi finanziari come quelli del Fondo Nazionale per la lotta alla Desertificazione (FND), del Global Mechanism (meccanismo mondiale) dell'UNCCD, della cooperazione bilaterale con Francia, Germania e Italia e di quella multilaterale con l'UE e coi paesi del Maghreb. È previsto inoltre un sostegno da parte di organizzazioni internazionali quali PNUD, FAO, UNESCO e di organismi finanziari come BADEA, BAD, FMI, BM.

Il PAN è stato costruito attraverso alcune fasi preparatorie, quali la definizione del programma "mano gialla" ad opera del Ministero dell'Ambiente (MEAT), la costituzione di una consulta nazionale, la creazione di un Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione.

Gli scopi del PAN sono sostanzialmente l'ideazione e la realizzazione di progetti ed azioni per lo sviluppo socio-economico, per la riduzione della povertà e per la conservazione delle risorse naturali: tutto ciò attraverso la messa in atto di misure istituzionali e legislative; la creazione di avamposti per la valutazione e il monitoraggio di efficienza, sostenibilità ed impatti.

Le azioni per la lotta alla desertificazione devono essere realizzate nel quadro dei piani di sviluppo e sulla base dell'approccio partecipativo; partono perciò da un livello locale e sono supportate da un sistema informativo e da un osservatorio sulla siccità e desertificazione, nonché dalle attività di educazione ambientale, e dal sostegno delle istituzioni.

Il PAN presenta due componenti essenziali:

- le operazioni tecniche (ossia la messa in atto degli interventi),
- le misure di accompagnamento, che si articolano in diversi livelli:

- quello nazionale, che fa riferimento alla CNLD (Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione);
- quello regionale (basato sulla SAEZ, una commissione regionale per combattere il degrado costituita da rappresentanti dello sviluppo sociale, professionale, da organizzazioni non governative e organismi popolari);
- quello provinciale, che si serve anch'esso di un'apposita commissione (sub-regionale) la CRDA;
- quello locale, col fine di indurre un aumento dei servizi e una commissione di sviluppo a livello di villaggio.

La CRDA è nata con lo scopo di incrementare i contatti con la popolazione, attuare il monitoraggio e la valutazione attraverso specialisti. L'approccio partecipativo, l'analisi costi-benefici e l'uso di sistemi informativi dovrebbero poi stimolare la sensibilizzazione della popolazione e la creazione di organizzazioni capaci di elaborare nuove strategie e azioni di intervento.

L'implementazione del PAN è stata attuata attraverso fasi successive:

- Il IX piano di sviluppo (1997-2001) ha costituito la prima fase di attuazione del PAN; ha seguito l'andamento dei progetti e la loro valutazione;
- Il X piano di sviluppo (2002-2006), o seconda fase del PAN, si occupa del perfezionamento della metodologia;
- La terza fase, che durerà 10 anni, prevedrà l'intervento dello stato solo limitatamente a vaste azioni accettate e condivise dalla popolazione. Per quanto riguarda il monitoraggio e la valutazione dell'impatto di un'opera, si farà riferimento alla valutazione espressa dalla stessa popolazione (auto-valutazione). Ci si servirà di un gruppo minimo di indicatori biofisici e socio-economici creati ad hoc.

Per valutare se gli sforzi impiegati apportati dal PAN/LCD per combattere la desertificazione sono appropriati, ovvero riescono a dare risultati soddisfacenti in termini di *impatto*, contribuendo a cambiare positivamente la situazione e di *durevolezza* dei risultati nel tempo, si è pensato ad un dispositivo di Post-valutazione, SE (*Suivi Evaluation*), il cui scopo è quello di:

- *osservare* i cambiamenti ottenuti a seguito dell'applicazione delle attività proposte dal PAN/LCD;
- *reagire*, se le attività applicate non hanno dato risultati soddisfacenti, con la proposta di nuove operazioni, oppure con il rafforzamento delle attività precedenti se queste si sono invece dimostrate attendibili in termini di impatto e di durevolezza.

Il PAN/LCD ha una validità di 5 anni (2002-2006) e in tale lasso di tempo, tramite la SE, si stanno raccogliendo le informazioni necessarie per coordinare ed organizzare le operazioni del piano

successivo (2006-2011). Solo procedendo in questo modo, attraverso sforzi successivi fatti in piccoli passi (di 5 anni in 5 anni), con le varie correzioni e le azioni aggiuntive apportate, la Tunisia ritiene di arrivare allo sviluppo sostenibile di un'area, sia sul piano economico che sociale.

La SE sviluppa due importanti funzioni:

- *valutazione della programmazione annuale dello sviluppo*, ossia valutazione dell'impatto degli sforzi attuati, effettuata localmente ogni anno per verificare la stabilità degli impatti di tali sforzi;
- *valutazione della pianificazione quinquennale dello sviluppo*, ossia estrapolazione quinquennale su tutto il territorio della valutazione locale effettuata ogni anno.

La valutazione annuale è basata su indicatori di impatto specifici e locali delle azioni di gestione e sviluppo introdotte dal PAN/LCD, chiamate AAD (*Actions d'Aménagement et Développement*).

Le AAD sono azioni in grado di produrre un effetto di impatto fisico, biologico, socio-economico ed istituzionale. Sono introdotte dal PAN/LCD per risolvere particolari problemi riguardanti determinati settori, quali: carenza di acqua, incendi frequenti, erosione.

Ogni anno, per cinque anni, vengono misurati gli impatti delle azioni introdotte. Se ogni anno l'impatto di una singola azione resta uguale nel tempo, ossia è uguale a quello che si ottiene nel secondo anno, nel terzo e così via, allora tale azione è considerata strutturale e quindi probabilmente durevole nel tempo. Di conseguenza tale sforzo sarà mantenuto anche nel PAN/LCD successivo. Quelle azioni che invece non presentano nessun impatto o impatti non costanti nel tempo saranno eliminate e sostituite da azioni correttive.

Per la messa in opera della SE vengono realizzate delle *Schede di Valutazione* (fig. 29), compilate dagli agricoltori locali, costituite da:

- *identificazione* del luogo dove è stata introdotta una determinata azione;
- *caratterizzazione* dell'AAD introdotta;
- *valutazione* dell'AAD tramite vari indicatori costituiti da più parametri;
- eventuali *osservazioni* che sono riportate in un campo finale.

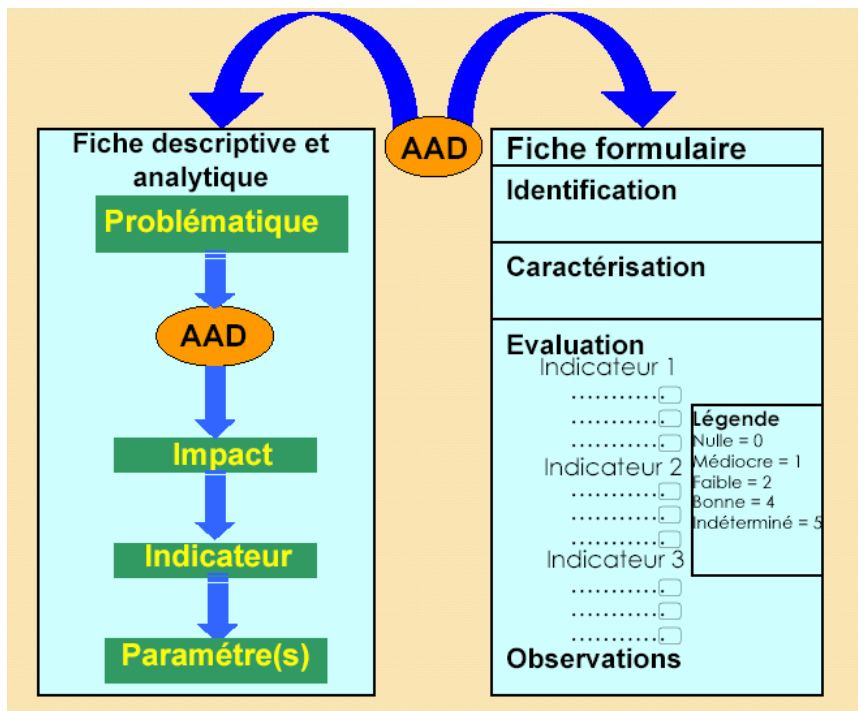


Figura 29. Schema con il quale è realizzata la valutazione di impatto di una determinata AAD (fonte: Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia).

Queste schede di valutazione costituiscono la base dei dati che realizzano il dispositivo SE, il quale non è altro che un database organizzato in più parti: una riguardante gli *sforzi*, una gli *impatti*, ed un'ultima costituita dallo strumento più importante che è il *Tableau de Bord*, TB.

Una volta stimati gli impatti di una determinata azione su ogni luogo dove questa è stata applicata, ne viene effettuata una ricapitolazione (fig. 30) in cui si sommano le percentuali ottenute dai vari siti in cui è stata realizzata l'AAD che hanno riportato la stessa classe di impatto; si esamina in tal modo l'andamento dell'AAD sul territorio in generale. Da questa ricapitolazione non si fa altro che riempire i vari campi del *Tableau de Bord* con il quale, attraverso l'interpretazione dei risultati, vengono fornite delle proposte e delle raccomandazioni, sia a livello operativo che strategico, che saranno utilizzate dai *decision maker*. E' importantissimo sottolineare, cioè che le raccomandazioni riportate nei *Tableau de Bord* nascono a livello degli agricoltori per essere proposte ai livelli superiori dove si prendono le decisioni; viene quindi utilizzato un tipo di approccio partecipativo che parte dal basso e si muove verso l'alto.

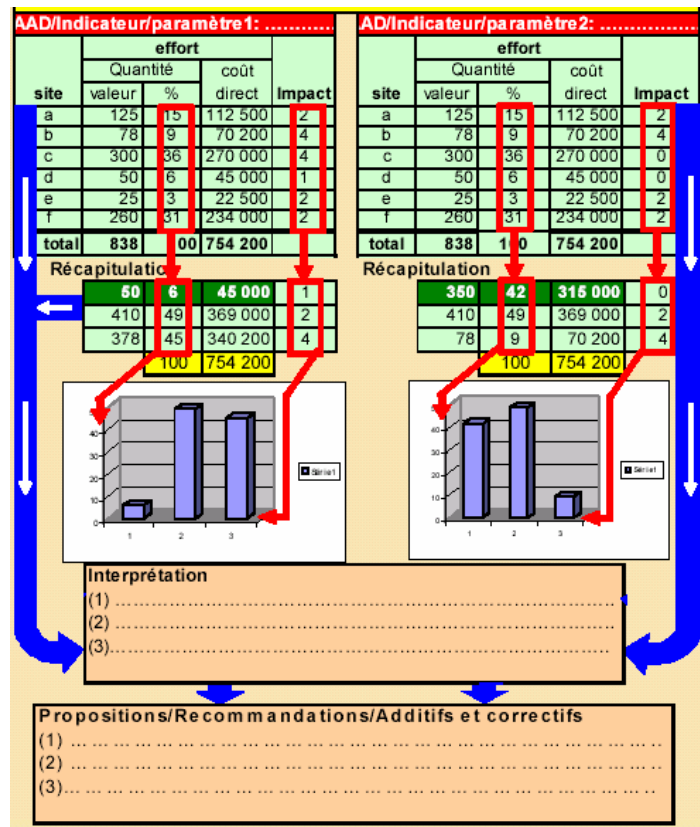


Figura 30. Ricapitolazione ed interpretazione dei risultati (fonte: Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia).

L'interpretazione dei risultati da luogo dunque ad una lista di azioni additive e correttive atte a:

- migliorare l'efficacia e la sostenibilità (durata nel tempo) degli sforzi del PAN/LCD;
- essere di aiuto ai *decision maker* sia a livello locale che sub-nazionale e nazionale, a seconda della natura dei dati interpretati;
- costituire un ponte ed uno spazio di dialogo fra gli attori strategici ed operativi.

In definitiva la SE è un valido strumento che non deve essere considerato come una semplice formalità burocratica ma come un dispositivo con funzionalità produttive in quando fornisce delle preziose informazioni che sono di aiuto alle decisioni a differenti livelli e che hanno un impatto notevole e diretto sul lavoro degli attori dell'LCD.

3.2.2.2. Il PAN nigerino

La biosfera del Sahel (ossia l'insieme degli elementi quali vegetazione, acqua, suolo, fauna) è molto fragile a causa sia della scarsa piovosità sia dell'elevato carico antropico, nasce quindi il problema della gestione delle risorse naturali e della loro conservazione a tutte le scale. Le politiche di gestione dell'ambiente in questo contesto sono:

- agrosilvopastorali,

- economiche,
- ambientali,
- educative ed informative.

Queste diverse politiche sono fondamentali per combattere una crisi che è doppia, in quanto relativa sia alle risorse naturali che allo sviluppo. La crisi delle risorse naturali è dovuta dal degrado delle terre, legato a sua volta al sovrasfruttamento della copertura vegetale e del suolo.

A questo si aggiunge lo sviluppo della società e la mancanza di risorse sufficienti a soddisfarne i fabbisogni di crescita, ma anche l'assenza di ricerca scientifica in numerosi settori strategici.

Il governo nigerino pare aver ben recepito la normativa internazionale relativa alle problematiche quali biodiversità, desertificazione e cambiamenti climatici. Esso ha ratificato tutte e tre le convenzioni riguardanti queste importanti tematiche e il protocollo di Kyoto, oltre ad altri accordi internazionali.

Ha, inoltre, redatto un *Plan pour l'Environnement et le Développement Economique et Social* che ha l'obiettivo di creare in Niger le premesse per uno sviluppo sostenibile, fondato sui seguenti assi:

- proteggere l'ambiente (nello specifico la *biodiversità*, per la quale è stato creato un apposito Piano d'Azione);
- diversificare le *forme di utilizzo dell'energia* (per renderle quanto più possibile ecocompatibili);
- stimolare una corretta *gestione della risorsa idrica*, cercando nuove modalità di risparmio idrico e di raccolta e riutilizzo delle acque;
- migliorare il *tenore di vita* ("cadre de vie"), ritenuto fondamentale perché la povertà è uno dei fattori da combattere se si mira allo sviluppo non solo economico-sociale ma anche ambientale.

Gli orientamenti generali del piano nazionale sono il raggiungimento dell'indipendenza economica e dell'autosufficienza alimentare e il rafforzamento delle istituzioni locali.

Il processo è ancora nella sua fase iniziale e si preannuncia lento e difficoltoso.

Ogni anno vengono organizzati incontri settoriali sulle questioni ambientali, sulla lotta alla desertificazione, sulla conservazione della biodiversità e sui cambiamenti climatici, per fare il punto della situazione sulle condizioni nelle quali si trovano le diverse regioni del Niger. In questa sede viene data grande importanza a tutti i temi della UNCCD e delle altre 2 convenzioni delle nazioni Unite (Cambiamenti Climatici e Biodiversità). Da questi incontri possono scaturire nuovi programmi e linee di intervento per il PAN. Gli interventi svolti a livello settoriale sono naturalmente coordinati tra loro, poiché l'obiettivo finale è il medesimo, cioè combattere la desertificazione.

4. Interventi di mitigazione

In questa parte del rapporto si entrerà più nello specifico delle azioni intraprese per contrastare la desertificazione nelle aree peri-sahariane, riportando alcune esperienze relative ai programmi di cui si è già accennato in precedenza ed intraprese sia dai governi nazionali in collaborazione con gli enti che si occupano di lotta alla desertificazione sul territorio africano, sia autonomamente dagli stessi enti. Verranno quindi illustrate alcune strategie di lotta ideate, gli interventi attuati e i risultati ottenuti, e saranno messe in luce le eventuali debolezze o i pregi delle azioni realizzate, sulla base degli studi fatti dalle istituzioni quali l'IRA e l'OSS. Alcune delle strategie ideate sono state già applicate con successo sul territorio e hanno portato ad una gestione più sostenibile dell'ambiente africano; altre prevedono degli investimenti a lungo termine, e quindi la loro validità economica non può che essere valutata sulla base degli eventuali risultati positivi ottenuti a livello sperimentale.

4.1. Studi e azioni effettuate in Tunisia per la salvaguardia dell'ambiente naturale

4.1.1. *L'istituzione di parchi in Tunisia*

La legislazione tunisina definisce Parco Nazionale “un territorio relativamente esteso che presenta uno o più ecosistemi generalmente poco o nulla trasformati dall'occupazione e dall'utilizzo da parte dell'uomo, in cui le specie vegetali e animali, i siti geomorfologici e gli habitat offrono un interesse speciale dal punto di vista scientifico, educativo e ricreativo, o nei quali esistono paesaggi naturali di grande valore estetico”. Tale descrizione fa uso di una terminologia internazionale in linea con l'esperienza americana prima ed europea dopo.

Anche la strutturazione interna dei parchi tunisini risponde perfettamente a criteri europei, in particolare a quello della zonazione, introdotta in Francia negli anni '60 e poi adottata in molti paesi europei, che consiste nel dividere l'area in più zone con differenti livelli di tutela:

- la *zona centrale*, ossia quella a tutela più rigida, dove la presenza umana è consentita solo per finalità di ricerca; tali restrizioni permettono di salvaguardare il genoma animale o vegetale in condizioni naturali praticamente inalterate, cosa che si rivela molto utile in Tunisia, dove c'è un gran bisogno di banche del germoplasma efficienti per specie, soprattutto vegetali, a forte rischio di estinzione, ma molto ben adattate alle condizioni ambientali estreme, e quindi da preferire nei ripopolamenti alle specie esotiche;

- una *zona tampone*, dove i vincoli sono più ridotti ed è consentito l'accesso ai visitatori, con precisi divieti;

- un'*area di transizione*, in cui le attività umane possono aver luogo liberamente purché non dannose per l'ambiente. In genere in questa fascia più esterna sono posizionati un *visitors center* e vari servizi turistici. Inoltre sono permesse attività tradizionali che spesso costituiscono il sostegno principale del parco, perché apportano dei ricavi aggiuntivi e fungono da attrattiva turistica, al contempo permettendo la sopravvivenza di pratiche a basso impatto ambientale ormai in disuso che, se fossero abbandonate, comporterebbero una perdita culturale e sociale non irrilevante.

Tuttavia le finalità perseguite con l'istituzione dei parchi sono differenti. Infatti, mentre in America e in Europa è dato un grande peso allo scopo ricreativo ed estetico dell'istituzione dell'area protetta, tanto che a volte quello scientifico e strettamente conservativo passano in secondo piano, in Nord Africa la finalità principale è preservare habitat o specie, soprattutto vegetali. In Tunisia, infatti, è stato proprio il Codice Forestale a legiferare in materia di parchi. L'istituzione di un'area protetta in Tunisia serve ad arginare il degrado, e in particolare a permettere agli alberi di crescere indisturbati preservando il loro patrimonio genetico per il futuro; al contrario di quanto succede talvolta nei paesi europei, dove in alcuni casi territori profondamente antropizzati vengono tutelati per il loro valore paesaggistico, come le grandi estensioni di torbiere irlandesi, effetto di un disboscamento indiscriminato, che sono entrate a far parte di parchi nazionali e vengono preservate a discapito della possibilità di ripristino della vegetazione arborea.

I Parchi Nazionali esistenti in Tunisia sono 8 (El Feidja, Ichkeul, Zembra, Boukornine, Chambi, Bou Hedma, Djebil e Sidi Toui) di cui ben 5 sono situati nella parte Nord della Tunisia, la parte più boscosa e più ricca di risorse idriche, e solo due, di recentissima (e ancora incompleta) istituzione, si trovano nel Sud (fig. 31). Il primo parco ad esser creato fu quello di Bou Hedma nel 1932.

La superficie totale coperta dai parchi in Tunisia è di 197.093 ha; vi sono inoltre 16 riserve naturali per un totale di 16.128 ha.

Di recente larga parte della legislazione è stata rivista ed aggiornata:

- sono state adattate e incrementate le leggi per preservare il patrimonio biologico con il Codice Forestale;
- è stata regolamentata la caccia e i periodi di chiusura;
- sono state investite risorse per sviluppare programmi di ricerca;
- il governo tunisino ha ratificato le convenzioni per la salvaguardia delle risorse naturali.

In aggiunta alle iniziative statali, si sono create spontaneamente delle associazioni per la conservazione delle risorse naturali.

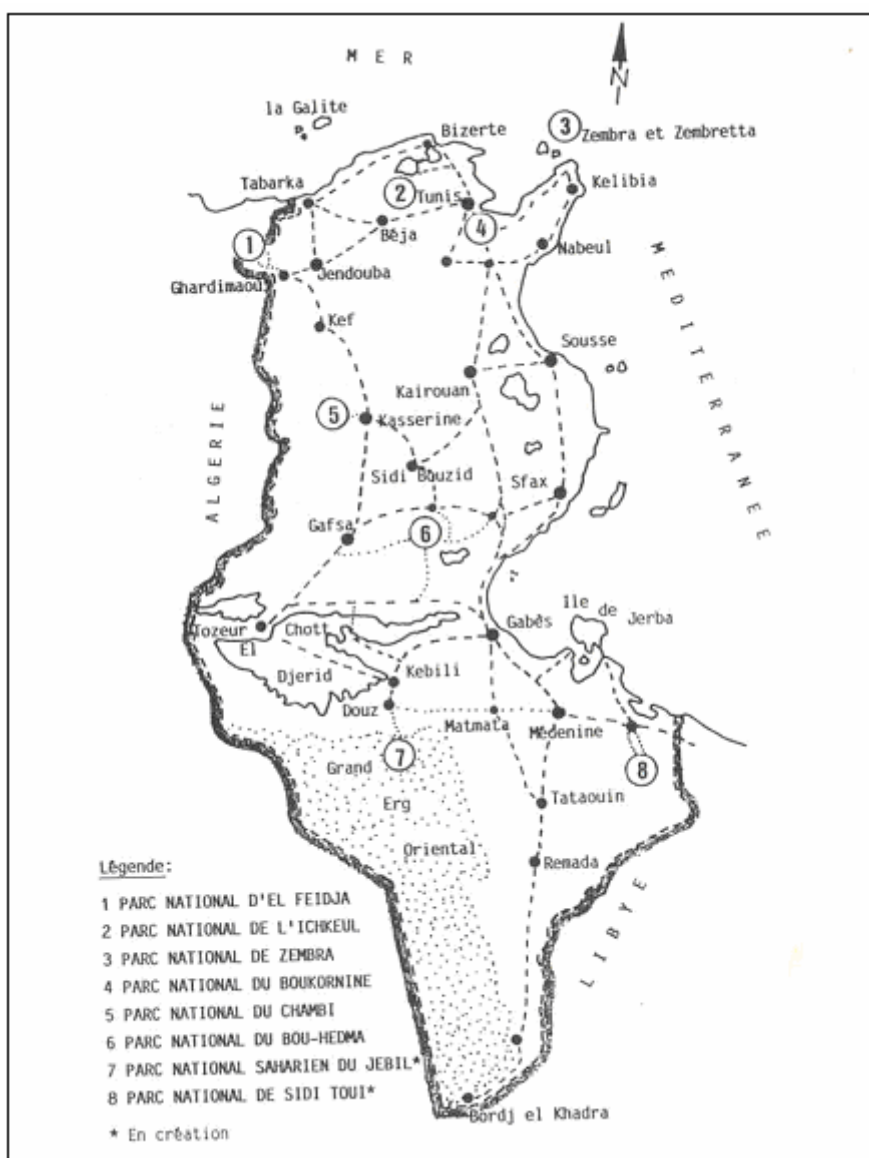


Figura 31. Mappa dei Parchi Nazionali in Tunisia (fonte: Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia)

Non sempre l'istituzione di aree protette, tanto più se è effettuata secondo modalità importate dall'esterno e non nate da necessità e da problematiche locali, è la giusta soluzione: soprattutto in aree in cui la superficie del deserto continua ad estendersi diventa fondamentale per la sopravvivenza valorizzare e utilizzare le poche risorse ancora disponibili attraverso il presidio dell'uomo e delle diverse comunità presenti sul territorio.

4.1.2. Studio e tutela della fauna

Una delle finalità perseguite in Tunisia è la tutela della fauna selvatica e la salvaguardia del suo patrimonio genetico.

Grazie all'apporto di tecnici specializzati, di competenze scientifiche e di ricerche applicate, e grazie all'ausilio di strumenti tecnologici sono stati attivati, con l'aiuto dell'IRA, due programmi di salvaguardia della fauna selvatica, aventi come obiettivi:

- lo studio della fauna selvatica nel sud-est della Tunisia;
- la salvaguardia dell'*houbara bustard* (*Chlamydotis undulata*), o ubara grande, grosso volatile dell'ordine dei gruiformi (fig. 32).



Figura 32. *Houbara bustard*.
(fonte: Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia)

4.1.2.1. Il programma di studio della fauna selvatica nel sud-est della Tunisia

L'obiettivo del programma è quello di inventariare la fauna selvatica su un'area campione di 900.000 ha, di determinarne la distribuzione e l'entità, di studiarne le condizioni di vita, e di elaborare un piano per la sua conservazione.

La topografia dell'area è caratterizzata da un profilo piatto o debolmente ondulato. Il suolo è prevalentemente sabbioso con presenza di grandi depressioni saline (*sebkha* e *chott*) e la vegetazione rappresentata da steppa degradata a causa del clima arido.

L'area è stata suddivisa in 30 appezzamenti di forma quadrata, di 400 Km² (20 Km x 20 Km) di superficie ciascuno. Sono stati fissati 5 punti di osservazione per ogni appezzamento, distribuiti in modo casuale lungo transetti. Da tali postazioni si effettuava la conta degli animali avvistati durante un intervallo di tempo di 30 minuti. Oltre all'osservazione diretta venivano anche effettuati rilievi di tracce e di escrementi.

Grazie a questi studi le aree che ad un comune osservatore potevano sembrare deserte e prive di vita hanno rivelato ricchezza di fauna e una notevole biodiversità, soprattutto nei sentieri, nelle buche, nei burroni, nei canali scoscesi.

È stata rilevata una grande presenza di *mammiferi*, ed in particolare:

- fra gli ungulati è stata individuata la gazzella di Dorcas, specie in declino e a rischio di estinzione (fig. 33);
- fra i roditori è stata attestata la presenza di *Lepus capensis*, specie molto cacciata; di *Histrix cristata* (porcospino) e di *Ctenodactylus gundi*;
- fra i carnivori il gruppo più rappresentato è risultato quello dei canidi, con *Canis aureus* (10-15 Kg), *Vulpus rueppeli* (2-5 Kg) e *Fennecus zerda* (1 Kg);
- fra gli insettivori l'unico rappresentante è risultato il *Paraechinus aethiopicus*, in declino.

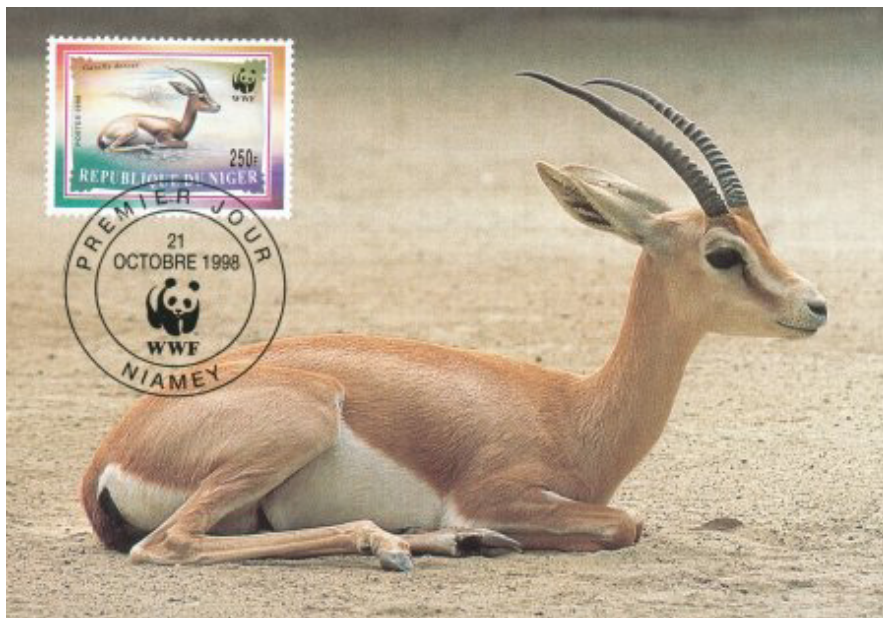


Figura 33. Gazzella di Dorcas. Esemplare effigiato nel francobollo emesso in Niger per iniziativa del World Wildlife Fund (foto perso.wanadoo.fr)

Altre specie come *Genetta genetta*, *Poecilictis libyca* e *Felis margarita* stanno diventando sempre più rare e la loro presenza non è stata ben accertata. Specie come *Acinomix jubatus*, *Hyaena hyaena*, *Felis caracal* sono invece del tutto scomparse dalla regione.

Sono invece stati censiti numerosi rettili, di cui vari rappresentanti delle famiglie *Varanidae*, *Agamidae*, *Viperidae*, *Elapidae*, *Colubridae*.

La classe uccelli è il gruppo più importante, ne sono state osservate 90 specie, su un totale di 362 presenti in Tunisia. Le famiglie più importanti sono quelle delle *Alaudidae*, *Turtidae*, *Laniidae*.

Piuttosto cacciate, e non a rischio di estinzione, l'*Alectoris barbara* (la pernice presente in Sardegna) e la *Coturnix coturnix*.

4.1.2.2. Il programma di salvaguardia e reintroduzione dell'*houbara bustard*

Si tratta di una specie che è stata da sempre oggetto di una caccia spietata, ed oggi il suo habitat va restringendosi per fattori già citati, fra i quali il sovrappascolamento, la caccia, le attività antropiche e l'occupazione di sempre nuove terre da destinare all'agricoltura.

Oltre che nel nord-Africa, la specie è diffusa in un vasto areale del continente asiatico. L'apertura alare degli adulti varia dai 35 ai 40 cm, il peso arriva a 2 Kg nelle femmine e ad 1,5 Kg nei maschi, sono capaci di correre sul terreno a velocità pari a 40 Km/h e vivono in zone steppiche e semidesertiche. È un animale onnivoro e opportunista; si nutre fra l'altro di frutta ed erba medica, di lumache e di piccoli invertebrati. Il periodo degli accoppiamenti è la primavera.

Le finalità del programma erano: studiare la distribuzione di questo volatile in cattività, caratterizzare l'habitat in cui vive, identificare la cause del declino ed effettuare un programma di riproduzioni in cattività teso a ripopolare gli habitat naturali.

Per fare questo sono state costruite 11 gabbie di 12-20 m² in cui trovavano sistemazione sei femmine, due maschi, un pulcino. Qui si è applicata la pratica dell'inseminazione artificiale ed i pulcini nati in cattività sono stati poi rilasciati nel loro ambiente naturale.

4.1.3. Sperimentazioni per l'utilizzo del dromedario come specie da pascolo

Il problema dell'allevamento del dromedario (fig. 34) è che la sua produttività è relativamente bassa rispetto alle altre specie da pascolo. La storia di altre specie da allevamento quali ovini e bovini è costellata da una lunga serie di interventi selettivi effettuati dall'uomo per aumentarne la produttività e modificarne i cicli riproduttivi in modo da adattarli alle esigenze degli allevatori e del mercato; questo ovviamente è avvenuto originariamente in Europa e poi in tutto il mondo cosiddetto "occidentale", dove le pratiche agricole e zootecniche finalizzate alla produzione si sono affermate ormai da tempo. In Africa fino all'arrivo degli europei l'allevamento era basato sulla transumanza e seguiva i cicli naturali di sviluppo delle piante e degli animali.



**Figura 34. Utilizzo del dromedario come specie da pascolo
(fonte: Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisia).**

Le caratteristiche del dromedario ne rendono invece difficile lo sfruttamento economico (ridotta produzione di latte, lunga gestazione, ritardo nello svezzamento del piccolo e bassa percentuale di successo negli accoppiamenti); benché l'allevamento di questa specie sia a basso impatto ambientale gli allevatori tendono a prediligere ovini e bovini in quanto più redditizi. In Tunisia si è infatti passati dai 225 mila dromedari del 1955 agli attuali 100 mila toccando il minimo storico di 75 mila nel 1986.

L'IRA sta lavorando al programma di ricerca CAMEL (fig. 35) che interviene su:

- *riproduzione*, tramite la raccolta del seme, l'induzione ormonale, l'inseminazione artificiale e con l'allattamento artificiale, l'adozione del piccolo, supplementi alimentari nel periodo riproduttivo;
- *nutrizione*, attraverso lo studio della qualità della vegetazione ingerita, della digestione e del comportamento in pascolo,
- *produzione giornaliera*, con lo studio delle proprietà del latte e dell'immunologia per intervenire sulla produzione di latte, sulla qualità delle componenti chimico-fisiche, sugli effetti di razioni supplementari o di molecole biologicamente attive (lattoferrine).

Sui dati scaturiti dalla ricerca si è basato il progetto nazionale per lo sviluppo del dromedario "in cattività", che fa parte dell'VIII piano nazionale, relativo al periodo 1992-1996.

Le principali attività previste dal progetto sono state:

- incentivare l'allevamento del dromedario;
- migliorare la produttività del dromedario attraverso nuove tecniche di selezione del maschio;
- creare nuovi punti di abbeveraggio soprattutto nei pascoli più lontani, in modo da ridurre la pressione di pascolo sui parcours più vicini ai villaggi;
- stimolare la creazione di ONG per supervisionare la crescita del dromedario.



Figura 35. Allevamento intensivo di dromedari nella stazione sperimentale dell'IRA di Gabès (foto G.Tanda)

Il programma nazionale ha inoltre avuto lo scopo di stabilire una relazione tra la ricerca e i servizi di sviluppo; a tal fine è stato creato un centro di collegamento per facilitare gli interventi tecnici e nel 1993 è nato un comitato nazionale per lo sviluppo e la ricerca sul dromedario.

4.1.4. Salvaguardia delle specie vegetali

Molto importante nelle terre aride è la conservazione delle specie vegetali locali, il cui genoma è adattato alle condizioni di stress derivanti dalle alte temperature, dalla forte evaporazione e dall'aridità del suolo, oltre che da fenomeni quali salinizzazione, acidificazione, alcalinizzazione e laterizzazione di cui abbiamo già trattato e che nei suoli africani sono molto diffusi.

Le specie locali sono quelle più indicate nei rimboschimenti proprio perché in grado di sopravvivere a queste condizioni, perciò il loro patrimonio genetico ha un valore inestimabile per queste popolazioni.

Fondamentale è il ruolo della biodiversità, soprattutto nelle zone più critiche; nel sud della Tunisia, benché le condizioni climatiche siano più svantaggiose rispetto al nord del paese, si trovano circa 1.500 delle 2.000 specie presenti in tutta la Tunisia. Nasce quindi il problema della loro conservazione; a tal fine il laboratorio di ecologia pastorale dell'IRA è entrato a far parte di un network con altri 9 partner, appartenenti a diversi paesi mediterranei, che lavorano per lo scambio delle conoscenze, ma soprattutto per la tutela della biodiversità floristica, con particolare riferimento alle specie a rischio di estinzione.

Per le specie vegetali uno dei problemi fondamentali è quello delle annate siccitose, basti fare riferimento all'anno 2000 nel quale si è avuta una piovosità di soli 8 millimetri in un intero anno.

Il laboratorio di ecologia pastorale si occupa principalmente di piante spontanee. Lo studio viene portato avanti anche con altre strutture di ricerca con lo scopo di ottenere informazioni utili per la tutela e la salvaguardia non solo delle specie vegetali in sé, ma anche degli ambienti in cui vivono e si riproducono.

La caratterizzazione delle piante spontanee avviene attraverso la raccolta, il riconoscimento, l'immagazzinamento e lo studio delle loro condizioni di vita. È inoltre presente una banca del seme per la conservazione di quelle a rischio di estinzione. Infine si cerca di valorizzare le specie adattate alle zone aride sfruttando la loro multifunzionalità; tra gli usi possibili se ne studiano tre in particolare:

- fissazione delle dune;
- inserimento nei parcours;
- estrazione degli oli essenziali per finalità cosmetiche e farmaceutiche.

4.2. Strategie di lotta contro l'erosione idrica ed eolica

L'erosione idrica ed eolica sono problemi fortemente sentiti nei paesi peri-sahariani.

Un importante agente erosivo delle regioni aride è l'acqua meteorica; infatti se è vero che la piovosità annua è scarsa, è anche vero che gli eventi piovosi possono avere un'intensità eccezionale (fino a 54 mm/h) con trasporto solido importante.

Per mitigare gli effetti dell'erosione idrica attualmente si fa uso di:

- *jessours*, che sono delle terrazze drenanti coltivate, disposte lungo il corso dei fiumi, con tre funzioni principali: rallentare lo scorrere dell'acqua, permettere la ricarica della falda e fermare il trasporto solido;
- terrazzamenti sui pendii che, rallentando il ruscellamento, riducono l'erosione.

Per combattere l'erosione eolica e l'insabbiamento, le strategie adottate sono:

- fissazione biologica con la creazione di fasce frangivento, grazie all'impianto di specie psammofile e xerofite (acacia, fico d'India);
- fissazione meccanica con l'imbrigliamento delle dune mediante stuoie di foglie di palma (fig. 36) o pannelli ondulati di fibrocemento;
- creazione di fasce solcate che, interrompendo la continuità del substrato, fanno ricadere al suolo le particelle messe in movimento dal vento.



Figura 36. La fissazione delle dune mediante stuoie di foglie di palma ha permesso di evitare il seppellimento di un villaggio (foto T. Cugia)

Sull'erosione eolica sono stati condotti degli studi dall'IRA, per i quali sono state costituite cinque stazioni pilota, localizzate al di sotto del territorio di Gafsa, ciascuna rappresentante un ecosistema. In esse si testano soluzioni di lotta alla desertificazione. Le dune vengono costantemente

monitorate; in particolare si studia il movimento delle barcane e la loro forma dominante. Le caratteristiche considerate sono: velocità, direzione e modalità di spostamento dei granuli di sabbia. Uno degli strumenti utilizzati è il *sand trap*, costituito da un anemografo (che misura la durata e la direzione del vento) e da alcuni contenitori (barattoli) che catturano le sabbie provenienti dalle diverse direzioni. Si pesano le sabbie dei contenitori e si stabilisce che il contenitore più pesante dia la direzione del vento dominante (fig. 37). Si è così notato che le dune si spostano da nord-est verso sud-ovest, cioè non avanzano dal Sahara ma si spostano verso il Sahara (fig. 38).

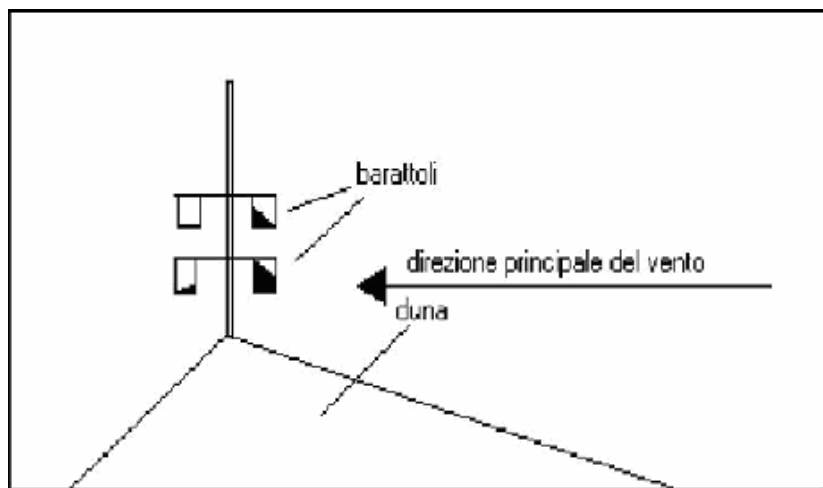


Figura 37. *Sand trap*

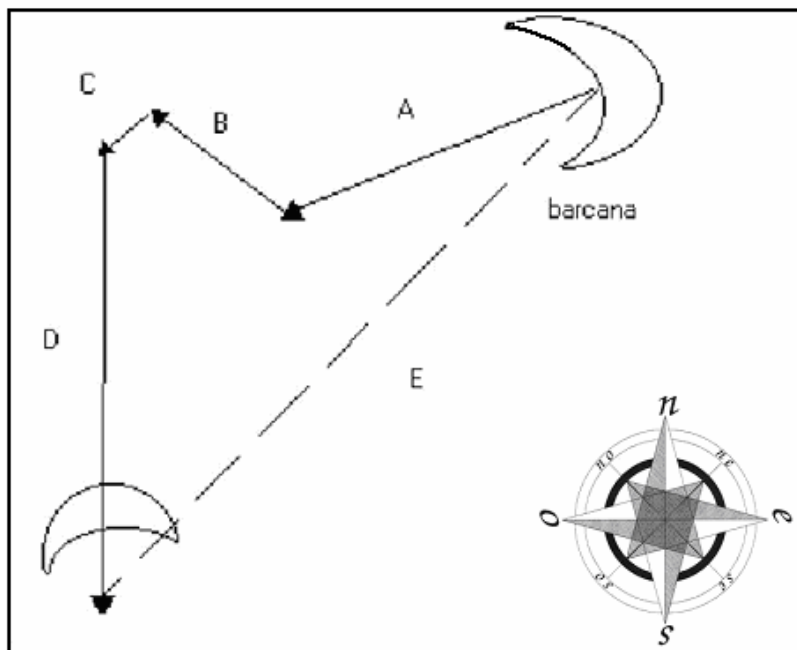


Figura 38. Risultato del monitoraggio degli spostamenti di una barcana, nella stazione di Douz dal 15/06/1991 al 15/06/1992. A = 17.60 m (spostamento misurato in estate), B = 11 m (autunno), C = 3.60 m (inverno), D = 24 m (primavera), E = 57.30 m (risultante). La risultante E è anche la direzione del vento dominante, cioè nord-est (disegni M. Fois)

Con il *sand-trap*, posizionando i contenitori su più piani, a differenti altezze, si può vedere anche la distribuzione della sabbia in funzione dell'altezza di trasporto. In questo modo si è appurato che la maggior parte della sabbia (oltre il 90%) viene trasportata ad un'altezza minore di 40 cm. Per bloccarla sono quindi sufficienti dei paravento di altezza minore di 1 m.

Gli studi sull'erosione hanno inoltre interessato i suoli agrari; in particolare sono state esaminate differenti tecniche di lavorazione per scoprire quali di esse predispongono maggiormente i suoli all'erosione. Sono stati comparati diversi aratri: a dischi, tradizionale, a polivomere e tiller, considerando la perdita di suolo in t/ha/y e la produzione in quintali. Si è evinto che l'aratro a dischi è quello che più facilita l'erosione eolica, perché frantuma il terreno e lo polverizza, mentre quello a polivomere lascia intatte zolle di terreno consentendo comunque una produzione accettabile.

Inoltre sono state valutate diverse modalità di disposizione delle colture in relazione agli effetti sulla capacità di trattenere il suolo:

- *sistema delle bande di vegetazione naturale*: maggiore è lo spessore della banda di vegetazione tra una parcella e l'altra (dimensione di una parcella = 100 m) minore è la perdita di suolo; entro queste bande sono coltivati i cereali;
- *file di cereali alternate a file di olivi*: è un metodo che consente di ridurre l'erosione ma anche di ottenere due tipi di raccolto;
- *livellamento delle dune e copertura del suolo coi residui delle colture*: la pacciamatura trattiene il suolo, mantiene l'umidità, permette il proliferare di utili microrganismi e consente anche una fertilizzazione naturale del terreno.

4.2.1. Un progetto di fissazione delle dune in Mauritania

Come si è già detto, la mobilità delle dune causa il seppellimento di case, strade e campi, con notevoli danni per gli insediamenti antropici, la viabilità, l'agricoltura. È quindi necessario stabilizzarle, processo che prevede due fasi: una di fissazione meccanica e una successiva di fissazione biologica.

In Mauritania è stato attivato nel 1994 un progetto di fissazione delle dune durato cinque anni, che ha previsto la partecipazione attiva della popolazione sia nella fase di realizzazione che in quella della successiva gestione delle opere. L'approccio intrapreso era quindi di tipo partecipativo.

Si è proceduto con una prima fissazione meccanica delle dune mediante la realizzazione di barriere frangivento morte, di altezza inferiore al metro, realizzate con arbusti e rami. Queste venivano

disposte in modo da creare dei quadrati formanti una sorta di scacchiera (all'interno della quale si procedeva poi alla piantagione) oppure in una disposizione lineare che fiancheggiava le strade.

La fase successiva ha previsto la fissazione biologica mediante la piantagione di alberi e arbusti sottoposti a continue cure colturali quali, tra l'altro, la salvaguardia dal pascolamento e dal taglio indiscriminato.

Per la produzione delle giovani piantine da utilizzare nella fissazione biologica sono stati allestiti dei vivai presso i villaggi interessati dall'opera, dove i funzionari responsabili del progetto hanno pure organizzato corsi di formazione per la popolazione affinché si occupasse autonomamente della produzione del materiale vivaistico (piantine allevate in fitocella).

L'irrigazione delle piante non è contemplata e l'unico intervento irriguo è stato realizzato nella fase di messa a dimora. Questo intervento, unito alle altre cure colturali, serve a far sì che la percentuale di attecchimento sia molto elevata; dopo tre anni dall'impianto si possono avere dei benefici concreti.

Cronologicamente, le operazioni iniziavano a gennaio con le opere di costruzione delle barriere frangivento (fissazione meccanica); a marzo è stato allestito il vivaio e nei mesi di luglio e agosto sono stati realizzati gli impianti.

Tra le specie impiegate ha rivestito un particolare ruolo la *Prosopis juliflora* che produce dei frutti utilizzabili per alimentare il bestiame e che si caratterizza per l'accrescimento veloce, tanto che a tre anni raggiunge i 4 metri di altezza. Altre specie utilizzate sono state la *Tamarix aphylla* usata principalmente sulle dune e la *Parkinsonia aculeata*, anch'essa adatta a suoli sabbiosi. Le specie citate sono resistenti a condizioni di aridità elevata e ridotta piovosità (150 mm annui).

Le opere sono state realizzate con il contributo fondamentale delle popolazioni locali; l'outsourcing era rappresentato solo dall'assistenza tecnica espletata nella fase iniziale, mentre la gestione dei nuovi impianti, dopo i primi 5 anni, è passata interamente alla gente del luogo.

Lo stesso tipo di intervento (condotto secondo le medesime procedure) è stato realizzato anche in altri paesi africani quali Senegal, Niger, Mali, Burkina Faso.

L'approccio partecipativo ha garantito ottimi risultati, perché ha previsto che l'attività di educazione allo sviluppo fosse contemporanea alla realizzazione degli interventi, permettendo quindi alla popolazione di conoscere le tecniche per una corretta gestione delle terre.

4.3. Il ripristino della vegetazione a fini produttivi

In altri interventi l'impianto di specie vegetali, oltre alla lotta all'erosione, ha avuto anche lo scopo di recuperare la produttività di terre marginali, ed è quindi divenuto un elemento propulsore per lo sviluppo economico.

In questi casi "sostenibilità" è la parola chiave: si tratta di ripristinare le condizioni ideali perché terre ipersfruttate, in cui sono in atto processi di degrado (quali progressiva riduzione della vegetazione presente, carenza di sostanza organica, forte evapotraspirazione, mineralizzazione, salinizzazione e altri fenomeni di alterazione fisico-chimica del suolo), possano recuperare il loro equilibrio ecologico ma allo stesso tempo essere sfruttate dall'uomo senza per questo ridurre nel tempo la loro produttività.

Questo tipo di approccio, che mira ad agire più profondamente sul territorio, non può che coinvolgere anche altri aspetti oltre a quelli ecologici, quali quelli socio-economici e culturali.

Ne è un esempio il Programma SMAP (*Short and Medium-term priority environmental Action Programme*), nato dalla Conferenza Euro-Mediterranea sull'Ambiente tenutasi ad Helsinki nel 1997, in cui i paesi membri dell'Unione Europea si sono impegnati a collaborare tra loro e con i paesi del Mediterraneo meridionale (Marocco, Algeria, Tunisia, Egitto, Turchia, Israele, Giordania, Libano, Siria, Cipro, Malta e Palestina) per combattere la desertificazione e il cattivo uso delle risorse. La cooperazione prevista è di tipo *Nord-Sud*, *Sud-Sud* o *Nord-Sud-Sud*, ossia:

- 1. I paesi a Nord del Mediterraneo intraprendono rapporti di collaborazione con quelli a Sud, per favorire lo scambio di informazioni e gli interventi economici a favore delle nazioni maggiormente affette;
- 2. I paesi a Sud del Mediterraneo collaborano tra loro per risolvere i problemi comuni;
- 3. I paesi a Nord del Mediterraneo collaborano con quelli a Sud generando una ricaduta positiva che spingerà questi ultimi a cooperare con i paesi vicini per risolvere i problemi comuni.

Per la soluzione dei problemi relativi alle zone aride è fondamentale l'approccio socio-economico e culturale, e quindi la consapevolezza della necessità di coinvolgere i vari gruppi sociali ed economici affinché apprendano le tecniche corrette di gestione (non solo ambientale) del territorio. Molto importante a tal fine è l'organizzazione di attività di formazione rivolte non solo agli agricoltori ma anche ad altri gruppi di interesse, per far conoscere tecniche agricole sostenibili, per stimolare l'impegno nelle attività produttive in modo da evitare l'abbandono delle campagne, ma anche per favorire una corretta applicazione a livello locale delle disposizioni amministrative e istituzionali; è importante dunque che la popolazione acquisisca la consapevolezza dei propri diritti

e delle proprie necessità, così da trarre beneficio dagli eventuali sforzi compiuti a livello legislativo ed amministrativo e da utilizzare al meglio tutte le opportunità per migliorare la propria condizione. Nell'ambito del Programma SMAP è stato attivato un progetto dimostrativo dedicato alla lotta alla desertificazione dal titolo "Projet démonstratif sur les stratégies de lutte contre la désertification dans les régions arides avec la participation des communautés agropastorales locales en Afrique du nord". Questo progetto dà una grande importanza non solo alle azioni sul campo (molte delle quali sono condotte come training formativi, di modo che il lavoro cominciato in una fase di cooperazione internazionale possa essere poi proseguito a livello locale), ma anche alla raccolta e alla diffusione di informazione, tramite appositi GIS e lo sviluppo di reti informatiche; infine altrettanto fondamentale è l'attività di sensibilizzazione e di stimolo dell'imprenditoria locale, per far emergere le capacità e i *know how* che potrebbero altrimenti non trovare un'adeguata valorizzazione.

Il progetto, che prevede il ripristino della vegetazione in aree profondamente desertificate, ha attraversato varie fasi, una delle quali cominciata a settembre del 2002 e tuttora in atto, ha riguardato particolarmente la Tunisia e il Marocco coinvolgendo in un'attività di stretta collaborazione con le autorità e le istituzioni locali tunisine (in particolare l'OEP - *Office de l'Elevage et des Pâturages*) e marocchine (in particolare la *Direction Provinciale de l'Agriculture* di Marrakech), le organizzazioni internazionali (tra cui l'UMA) e varie NGO. L'obiettivo del progetto è la creazione dei presupposti affinché le zone interessate dall'intervento acquistino capacità di auto-sostentamento e possibilmente conseguano un surplus produttivo che permetta loro un migliore tenore di vita (la lotta alla povertà è infatti una delle finalità principali associate alla lotta alla desertificazione) e il raggiungimento di un'indipendenza economica, quantomeno per i beni di primaria necessità. Gli interventi agronomici sono stati quindi affiancati da attività di formazione e di sensibilizzazione.

Le specie scelte sono state l'*Atriplex nummularia*, l'*Acacia saligna* e l'*Opuntia opuntia*. La prima è un arbusto australiano, quindi di provenienza non locale, che però è adattato a climi aridi e a terreni salinizzati ed è quindi in grado di riprodursi spontaneamente anche in condizioni climatiche svantaggiose; inoltre è una specie foraggiera, che può essere consumata dagli animali pur esercitando al contempo il proprio potere di trattenuta del suolo (fig. 39).



**Figura 39. Pascolo ad *Atriplex nummularia*, Marocco
(fonte: Nucleo Ricerca Desertificazione – Università di Sassari)**

La seconda specie è anch'essa arbustiva e pabulare. È quindi in grado di fornire un'integrazione alimentare per gli animali e può essere utilizzata anche come legna da ardere. Se la raccolta di legna è contenuta e quindi si insegna alla popolazione a non eccedere nel prelievo rispetto alle capacità produttive della pianta, si possono praticare entrambe le attività e consentire nel contempo un'azione anti-erosiva.

L'*Opuntia* (fico d'India) è una specie ben adattata a climi aridi e, in quanto pianta grassa, ha una forte capacità di trattenere l'umidità all'interno dei cladodi (volgarmente definiti "pale"): si rivela quindi un ottimo integratore alimentare per gli animali, in ambienti dove è difficile per loro riuscire ad assumere acqua dai vegetali (i quali nella maggior parte dei casi presentano varie forme di adattamento contro l'evaporazione che li rendono sgraditi o non commestibili). I frutti possono, invece, essere usati per l'alimentazione umana. Vista la forte adattabilità alle condizioni topografiche, il suo impianto è previsto soprattutto in zone a forte pendenza (fig. 40), nelle zone rocciose e nelle siepi, mentre in zone edaficamente più vantaggiose è previsto l'impianto di specie con maggior potere di trattenuta del suolo.



Figura 40. Piantagione di *Opuntia opuntia* realizzata nell'ambito del Programma SMAP (fonte: Nucleo Ricerca Desertificazione dell'Università di Sassari)

Il progetto prevede la realizzazione, in Tunisia, di 2000 ha di *Opuntia* e di circa 500 ha di arbusti foraggieri (*Atriplex* e *Acacia*), ed in Marocco l'impianto di 2000 ha di *Atriplex*, 62 ha di *Opuntia* e 10 ha di *Capparis spinosa* (fig. 41).



Figura 41. *Capparis spinosa* (foto www.fao.org)

4.4. Valorizzazione e recupero della *jachère*

L'OSS in collaborazione con IRD, INSAH e CIRAD ha intrapreso nell'ambito del progetto ROSELT, a partire da giugno 2000, un'attività finalizzata alla "sorveglianza ecologica" di numerosi target area fra cui quella dell'osservatorio di Torodj-Tondikandia-Dantiandou (Niger) ha previsto l'utilizzo della tecnica della *jachère* come metodo per migliorare la qualità del suolo e della vegetazione. Le varie fasi del programma sono state:

- sintesi delle conoscenze possedute sulla *jachère* principalmente derivata da un progetto realizzato in precedenza sull'Africa Occidentale (i risultati di tale progetto sono pervenuti nel 2001);
- attivazione nel 2001 di un dispositivo permanente di sorveglianza ecologica nelle aree di Tiko e Bogodjotou con l'individuazione di *jachères* e di campi già recintati sull'altopiano, l'installazione di recinti di protezione delle *jachères* ove necessario, la creazione di transetti: la rivoluzione delle modalità di utilizzo del suolo lungo i transetti, lo studio dei sistemi agricoli e zootecnici e l'analisi delle pratiche messe in atto dai produttori durante il processo produttivo, la creazione di livelli di rendimento dei terreni hanno caratterizzato il rafforzamento del dispositivo di sorveglianza agroecologica che ha riguardato anche il monitoraggio della vegetazione delle *jachères* e dei campi sull'altopiano, lo stato di degrado dei suoli e in particolare del fenomeno dei *ravins* (gullies).

Sono stati inoltre effettuati:

- raccolta delle informazioni necessarie per approfondire l'analisi dei processi di degrado;
- messa a punto di strumenti per la gestione razionale delle risorse naturali;
- analisi e monitoraggio degli usi delle risorse vegetali;
- cartografia dell'occupazione del suolo e dell'uso delle terre nel cantone di Dantiandou;
- determinazione di indicatori di monitoraggio delle condizioni ecologiche e ambientali nel quadro della tematica "proprietà fondiaria-ambiente".

Il rafforzamento della sorveglianza ambientale sulle *jachères*, in particolare, ha previsto il ripristino dei recinti sull'altopiano di Tiko dove il suolo agricolo è fortemente minacciato dall'erosione idrica (fig. 42); inoltre sono stati aumentati il numero delle porzioni di suolo e unità di vegetazione sottoposte a monitoraggio. Il monitoraggio, nel sito di Tiko, ha riguardato una *jachère* protetta da recinzione e un'altra non protetta, e si è potuto constatare che quella protetta nel 2003 presentava una maggiore biodiversità, sia in termini di numero di specie (sono state censite 28 specie erbacee contro le 18 della *jachère* non recintata), che in termini di variabilità specifica (nella *jachère* non

recintata una specie in particolare, la *Zomia glochidiala*, occupava ben il 53% della superficie, mentre in quella recintata la specie dominante, il *Ctenium elegans*, solo il 23%).



Figura 42. Altopiano di Tiko: al di là della recinzione, dove la biodiversità è maggiore, sono le piante ad esercitare il potere di trattenuta del suolo. Al di qua della recinzione, invece, è stato necessario erigere degli argini a secco per ridurre l'erosione e la formazione di gullies o *ravins* (foto G. Ghiglieri).

Lo studio ha portato alla constatazione che una corretta gestione può influire positivamente sulla biodiversità e sul numero di specie presenti; a lungo termine questo può avere come effetto una riduzione dell'erosione idrica grazie al potere delle radici di trattenere il suolo. La situazione attuale nell'altopiano di Tiko è drammatica visto l'aumento del numero di *ravins* che ha interessato l'area fino ad oggi (in 30 anni sono passati da 3 a più di 30), ma lo studio dell'OSS ha dimostrato che l'intervento di mitigazione è possibile e non richiede spese eccessive in quanto è sufficiente sistemare delle recinzioni ed impedire per un certo periodo lo sfruttamento agro-pastorale dell'area.

4.5. Studi sulle possibilità di utilizzo delle acque saline in agricoltura

Nel momento in cui si è costretti ad utilizzare acque saline per l'irrigazione è necessario individuare le quantità da utilizzare e gli intervalli di irrigazione da effettuare al fine di ridurre gli effetti

negativi dovuti alle condizioni di stress idrico causate da una soluzione acquosa del terreno con una concentrazione di sali maggiore di quella tollerata dalla coltura.

A tal fine vengono utilizzati modelli di simulazione colturale in grado di prevedere la variazione del rendimento della coltura in funzione del contenuto di sali nel terreno e nel stabilire quali sono i fabbisogni idrici della coltura per reintegrare le perdite evapotraspirative⁷.

L'IRA tunisino è tra gli istituti attualmente impegnati in questo genere di studi. I modelli utilizzati sono:

- HYDRUS (US Salinity Laboratory)
- SMSS (Laudelout et al., 1994)
- UNSATCHEM (US Salinity Laboratory)

Numerosi studi sono stati compiuti sulla gestione ottimale delle acque saline. Una delle soluzioni studiate, che però si può attuare solo quando si hanno a disposizione due qualità di acqua diverse, una buona ed una scadente, consiste o nell'uso alterno delle due acque o nella loro miscelazione in modo da avere un prodotto finale accettabile. Sembra che tra le due sia la miscelazione a dare le rese migliori. In studi effettuati su colture di patata si è osservato che turni irrigui più ravvicinati comportano un aumento della salinità e una diminuzione della produzione. Turni più ravvicinati richiedono dei maggiori volumi di adacquamento per eliminare i sali in eccesso che si localizzano nello strato di terreno interessato dall'apparato radicale.

L'analisi di casi pratici in cui sono state utilizzate acque saline per l'irrigazione ha mostrato che l'utilizzo di specie tolleranti e di volumi d'adacquamento adeguati ha permesso di utilizzare in modo efficiente le acque saline in agricoltura.

Inoltre è risultato estremamente vantaggioso per le produzioni destinare al riposo, per periodi di tempo limitati, i terreni interessati dall'irrigazione di acque saline ("rotazione turnata"): con questa tecnica si coltiva ogni anno $\frac{1}{4}$ della superficie utile, mentre l'anno successivo si coltiva l'appezzamento tenuto incolto nel triennio appena trascorso, in modo che ogni appezzamento riposi per tre anni, durante i quali l'acqua piovana molto aggressiva possa sciogliere i cristalli di sale formati a causa dell'irrigazione con acque scadenti.

⁷ Le perdite evapotraspirative in condizioni di stress si calcolano con la formula di Permann-Monteith modificata introducendo un coefficiente di stress K_s in modo da ridurre l'evapotraspirazione colturale E_{Tc} . Il coefficiente colturale risulta così determinato:

$$K_c = K_s K_{cb} + K_e$$

(dove K_s è il coefficiente di stress idrico, K_{cb} è il coefficiente di traspirazione colturale e K_e è il coefficiente di evaporazione del suolo).

Prove sperimentali hanno inoltre dimostrato che un aumento delle quantità di fertilizzanti somministrati alle colture comporta un aumento delle rese sia nel caso in cui si irrighi con acque saline (11.7 dS/m) che con acque normali (3.4 dS/m). L'aumento delle rese osservato in presenza di acque saline risultava comunque minore a quello osservato con acque normali.

4.6. Strategie d'intervento per la gestione comune di riserve idriche interregionali: il programma SASS

Per il grande acquifero di Algeria, Tunisia e Libia (SASS, Sistema Acquifero Sub-Sahariano), l'OSS ha messo a punto un programma di cooperazione interregionale per la gestione comune di acquiferi condivisi. Lo scopo è quello di effettuare valutazioni sulla possibilità di una gestione compatibile della risorsa idrica. Ciò ha richiesto anzitutto la conoscenza dell'idrodinamica e l'idrochimica dell'acquifero. Sono stati effettuati degli studi per accertare l'esatto posizionamento dell'acquifero e le dimensioni, la quantità d'acqua in esso contenuta, la valutazione dei prelievi effettuati, le capacità di ricarica.

Il SASS è in realtà un sistema di due acquiferi sovrapposti, che si estendono per 1.000.000 di Km² nel *continentale intercalare* (che è un acquifero che si mantiene superficiale nella parte occidentale e nell'est tunisino e in Libia, mentre nelle altre zone si approfondisce e si verifica l'artesianismo) e per 600.000 Km² nel *complesso terminale* al di sopra dell'intercalare.

La quantità d'acqua contenuta è stata stimata pari a $30.000 \times 10^9 \text{ m}^3$, con una ricarica di un miliardo di m³ all'anno. Data l'esiguità della ricarica, il SASS costituisce una risorsa naturale non rinnovabile.

I sistemi di presa del *continentale intercalare* sono le *foggara* (fig. 43) e i pozzi, mentre nel *complesso terminale* si hanno emergenze naturali (fig. 44).



Figura 43. Foggara o gallerie drenanti (fonte: Prof. Pietro Laureano, IPOGEA)

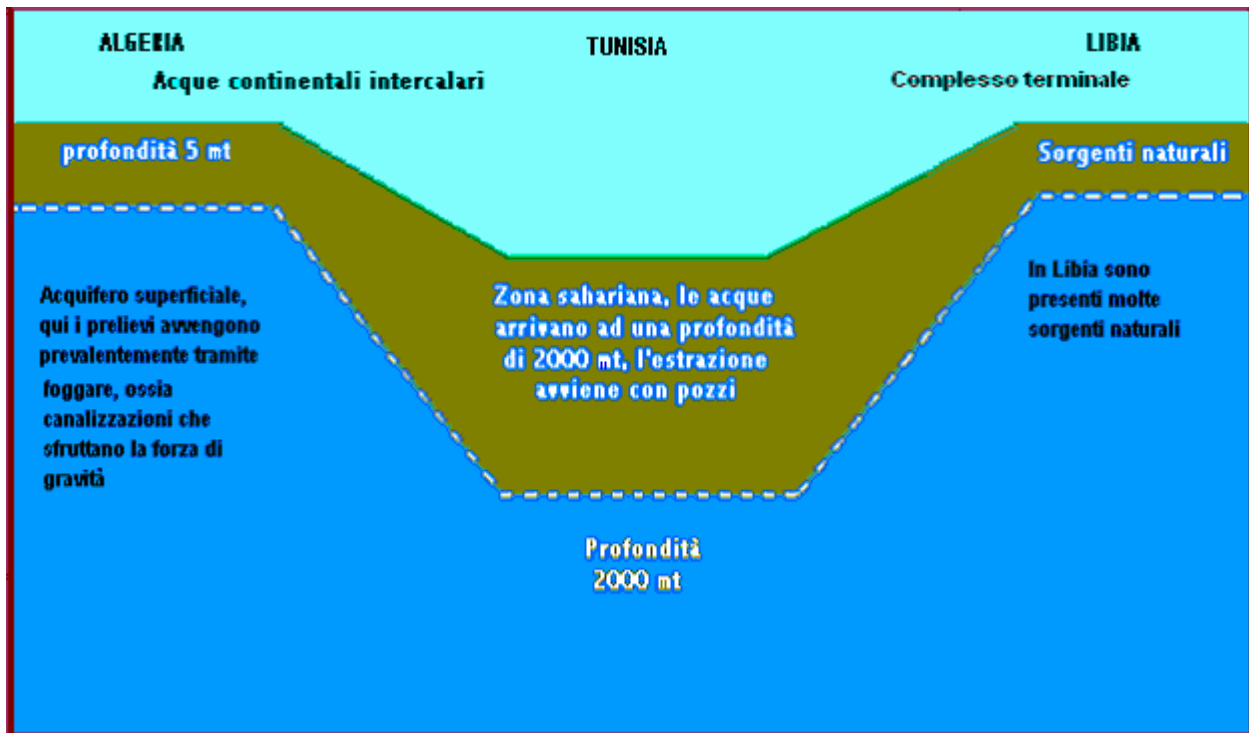


Figura 44. Schematizzazione del bacino acquifero tra Algeria, Tunisia e Libia
(fonte: Observatoire du Sahara et du Sahel)

Sono stati studiati gli impatti sia sul sistema acquifero (quantità prelevate, riduzione delle piezometriche, salinizzazione) che sull'ambiente di sfruttamento (competizione per l'uso).

Dal 1970 ad oggi si sono infittiti i punti d'acqua, e si è assistito ad un aumento vertiginoso dei prelievi: dai 600.000 m³ annui si è passati a ben 2,5 miliardi di negli anni 1995-2000, con forte degrado della qualità. Si prevede che al 2050 tutta la risorsa sarà deteriorata, per lo più per salinizzazione.

L'unico modo per trovare nuove strategie di conservazione del sistema è la cooperazione. Il progetto SASS è composto da 3 parti: il sistema d'informazione integrato (database, GIS), il modello matematico (bilancio attuale e simulazione revisionale) e il meccanismo di concertazione. Algeria e Tunisia hanno attivato una cooperazione per l'idraulica, invece tra Libia e Tunisia è stata creata una commissione settoriale per l'agricoltura. Il meccanismo di concertazione ha i seguenti obiettivi:

- assicurare la continuità dei lavori per la conoscenza del SASS;
- rinforzare i mezzi tecnici di pianificazione e monitoraggio;
- assicurare l'attivazione del meccanismo istituzionale.

La struttura del sistema è gerarchicamente costituita dal comitato di gestione, a cui fanno capo i *focal points* dei 3 Paesi delle unità di coordinamento ad esso sottoposte e dai facilitatori, ossia i tecnici dell'OSS (fig. 45).

Il meccanismo ha varie funzioni: gestione dei mezzi sviluppati, messa in opera di un centro d'osservazione di riferimento, trattamento e validazione dei dati, sviluppo dei database, produzione di pubblicazioni di indicatori sulle acque nei 3 paesi, promozione e realizzazione di studi e ricerche condotti in partenariato, elaborazione e messa in opera di programmi di formazione e perfezionamento.

Il programma SASS nasce come centro di concertazione per creare un framework ad uso di scienziati, tecnici ed esperti, e come punto di riferimento per fornire dati e materiali informativi alle istituzioni e stimolare il dialogo istituzionale, utile all'ideazione di strategie e meccanismi per il management di questi grandi sistemi acquiferi.

Oltre al dialogo istituzionale, è importante anche lo scambio di informazioni all'interno della stessa comunità scientifica al fine di mettere a punto i meccanismi attraverso i quali poter utilizzare la risorsa in maniera equa tra i tre paesi e nello stesso tempo garantire uno sfruttamento sostenibile del bacino.

I governi dei paesi che condividono la risorsa hanno firmato un documento che ha istituito un'unità di coordinamenti (temporaneamente facente capo all'OSS) responsabile delle seguenti azioni:

- produzione di indicatori di monitoraggio;
- creazione e aggiornamento periodico di un database per ogni paese;
- creazione di un modello di management;
- messa a punto di stock di dati accessibili a tutti;
- promozione della ricerca per la soluzione dei fenomeni di salinizzazione;
- promozione di programmi di formazione ed perfezionamento;
- sviluppo integrato tra database e GIS.

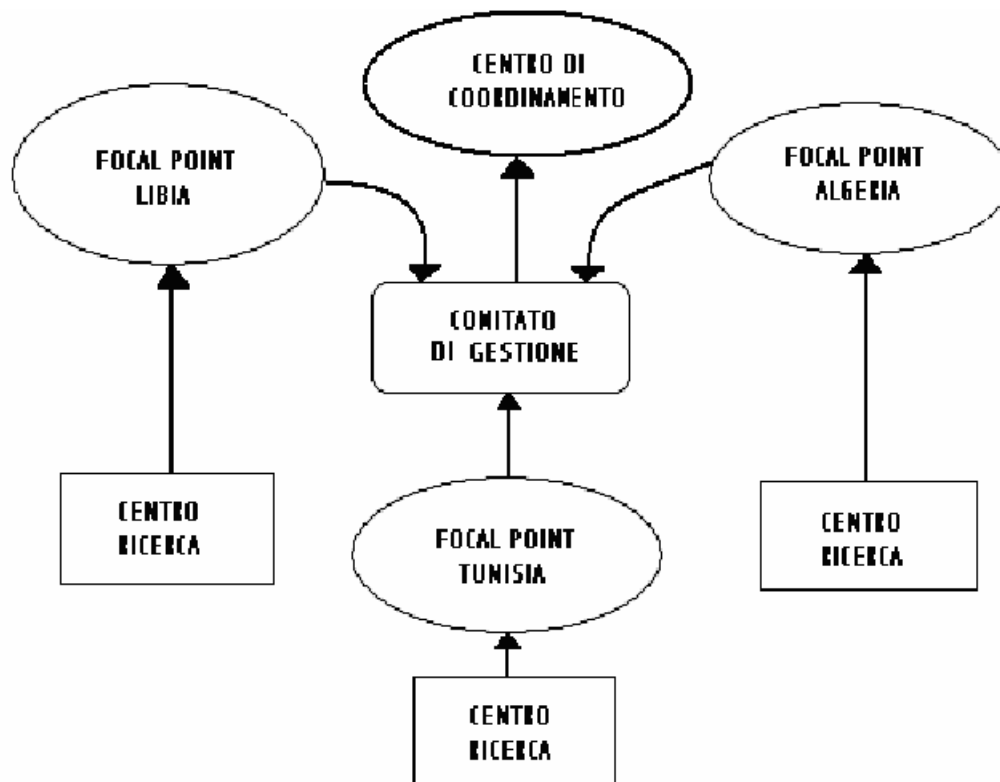


Figura 45. Organi che partecipano al programma di ricerca e loro interrelazioni

Ai *focal points* di ogni paese arrivano costantemente informazioni e nuovi dati riguardo a:

- conoscenze sulle condizioni idrodinamiche del corpo d'acqua;
- monitoraggio socio-economico e sugli impatti ambientali;
- fattori di rischio.

4.7. Tecniche per la raccolta e conservazione dell'acqua e per una corretta gestione della risorsa idrica

Tra i programmi di cui abbiamo fatto cenno precedentemente, messi in atto dal governo tunisino per lo sviluppo del territorio, è prevista una serie di azioni finalizzate alla "mobilizzazione delle risorse idriche". Mobilizzare le risorse idriche significa ridurre la necessità di ricorrere alle acque "fossili", ossia alla fonte non rinnovabile rappresentata dagli acquiferi sahariani, e prevedere una serie di misure per la raccolta e la conservazione dell'acqua, per il riciclo della stessa (ad esempio uso di acque reflue e di ruscellamento) e per una gestione dell'acqua immagazzinata nel sottosuolo o nei bacini imbriferi che sia sostenibile, ossia mirante ad evitare gli sprechi e a non ridurre nel tempo la quantità e la qualità della risorsa.

Le risorse idriche disponibili in Tunisia sono stimate in circa $4670 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$, di cui quelle superficiali rappresentano il 59% mentre il 41% è costituito da acque sotterranee.

Le risorse idriche rinnovabili per abitante sono, in media, pari a $489 \text{ m}^3/\text{anno}$, un valore ben al di sotto di quello riconosciuto come valore soglia per la scarsità d'acqua ($1000 \text{ m}^3/\text{anno}$).

Il nord della Tunisia è caratterizzato da un clima semi-arido: il livello di precipitazioni è superiore ai 300 mm/anno che è una quantità decisamente maggiore di quella mediamente riscontrata nel centro-sud con clima arido. Gli eventi meteorici hanno una distribuzione molto variabile nel tempo: nelle annate eccezionalmente piovose vengono registrati anche 400, 500 mm/anno concentrati in periodi limitati e con eventi piovosi violenti (150, 200 mm/giorno); seguono poi annate particolarmente siccitose si possono riscontrare due o tre anni consecutivi con piogge inferiori a 50 mm/anno (emblematico, da questo punto di vista, il caso dei 4 anni di siccità prolungata dal 1999 al 2002). La carenza d'acqua è quindi alternata ad eventi piovosi ingestibili che provocano sovente fenomeni erosivi imponenti e dissesto idrogeologico.

Nelle regioni aride del *centro-sud della Tunisia* vengono adottate diverse pratiche, tradizionali e moderne per la coltivazione in aridocoltura e per la conservazione delle acque che tuttavia non sono sufficienti a garantire un utilizzo sostenibile delle risorse; non permettono infatti di lenire gli effetti negativi delle eccessive precipitazioni in alcuni periodi dell'anno ma neanche quelli, altrettanto devastanti, della mancanza d'acqua nei periodi scarsamente piovosi. Tutto ciò si traduce frequentemente in una riduzione di sviluppo e produttività delle piante, in una loro maggiore sensibilità ad agenti patogeni particolarmente aggressivi in condizioni di stress ed in una ridotta disponibilità d'acqua potabile. In sostanza, queste tecniche non permettono di sfruttare tutto il potenziale dell'acqua nelle stagioni in cui è abbondante e di minimizzare gli effetti negativi quando è scarsa.

Gli studi attualmente condotti si pongono quindi l'obiettivo di potenziare gli effetti positivi degli interventi, aumentandone l'efficacia e riducendo i costi, soprattutto tramite l'introduzione di tecniche innovative e/o la reintroduzione di tecniche tradizionali che dalle ricerche fatte si sono dimostrate particolarmente efficienti; gli studi vanno poi costantemente aggiornati e i risultati costantemente monitorati.

Ad oggi si tratta di tecniche ancora in corso di sperimentazione.

- *Sub-irrigazione localizzata*: serve per ridurre l'evaporazione e consentire lo stoccaggio a lungo termine dell'acqua nel sottosuolo. A seconda delle colture praticate ci si serve di tecniche differenti.

- *Arboricoltura*: per le colture arboree è utilizzato un *diffusore plastico* brevettato (le cui varianti possono essere molto numerose, sia per forma che per dimensioni), sistemato vicino al sistema radicale della pianta a 80-100 cm di profondità ed equipaggiato con un tubo di

drenaggio. La capacità di invaso è compresa fra 4 e 200 litri; quando l'acqua viene utilizzata, in condizioni di bassa pressione, il diffusore ha un sistema tramite il quale espelle l'aria contenuta al suo interno e ciò permette l'uniformità della distribuzione dell'acqua. In alternativa al diffusore possono essere utilizzate le *buried stone pockets* (vespai). Si tratta di tasche scavate ai piedi dell'albero (di dimensioni di circa 1m x 1m x 1m) che vengono riempite in buona parte di pietre (rocce non solubili, preferibilmente vulcaniche, oppure calcare o dolomia; di forma appiattita e che misurino mediamente 20 cm x 10 cm x 5 cm) e i cui lati sono rivestiti di un foglio di plastica che copre anche la parte superiore che però è attraversato da un tubo a T (di diametro variabile da 3 a 7 cm, e lunghezza di 1m circa) che sporge di 10 cm dal piano di campagna; il tutto è seppellito tranne i 10 cm di tubo, nel quale verrà versata l'acqua per irrigare la pianta (figg. 46 e 47).

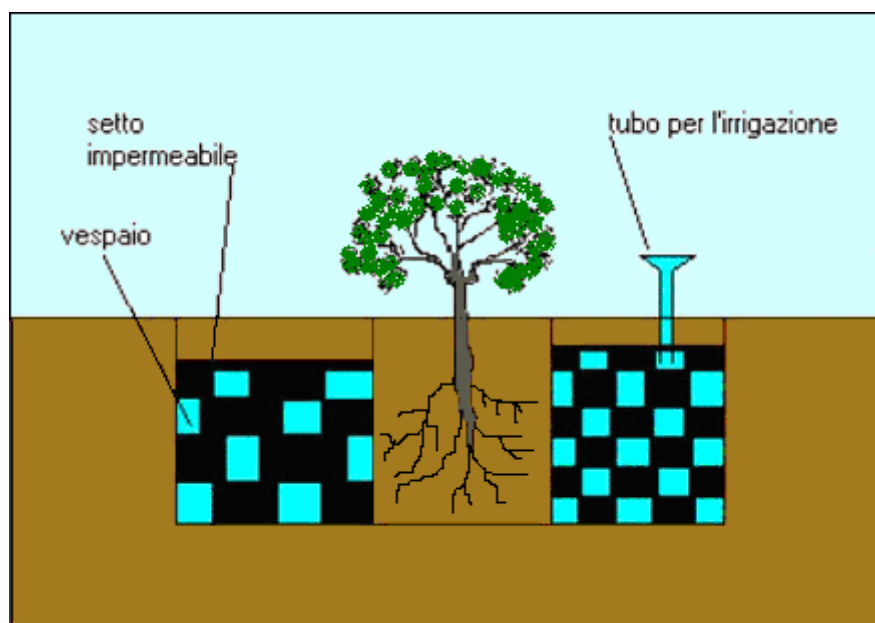


Figura 46. *Buried stone pocket* (disegno M. Fois)



Figura 47. Sub-irrigazione, nella foto è visibile il tubo azzurro alla base dell'albero che sporge per 10 cm dal piano di campagna (foto F. Comparetti).

La *buried stone pocket* può essere utilizzata anche per l'irrigazione di piante adulte costruendola in forma di trincea circolare (anziché di semplice tasca) scavata attorno agli alberi, ad una distanza di almeno 50 cm dal tronco; normalmente ha una profondità di circa 1m ed una larghezza compresa fra 50 e 70 cm.

Infine, gli si può dare una forma lineare facendole percorrere, a trincee, tutta la lunghezza dei filari di impianti adulti ad opportuna distanza dalle radici; i tubi per la somministrazione dell'acqua saranno in questo caso posti all'inizio ed alla fine della trincea. Rispetto alle consuete tecniche di sub-irrigazione, questo sistema consente, grazie alle pietre, il drenaggio e quindi l'immagazzinamento di grandi quantità d'acqua (intorno ai 200 lt per pianta) che risulterà pertanto disponibile a lungo nel terreno; per colture arboree sarà infatti sufficiente una irrigazione l'anno. Si tratta indubbiamente di un metodo costoso (si stima che un impianto su filari di alberi abbia un costo di circa 30 \$ a pianta), ma l'incremento produttivo dell'arboreto associato al risparmio idrico e ai minori costi di mano d'opera per la somministrazione dell'acqua rendono questo investimento economicamente vantaggioso. Test effettuati su piante d'olivo equipaggiate con questa tecnologia hanno permesso di riscontrare produttività nell'ordine dei 60 lt d'olio per pianta.

Se paragonati con i tradizionali o i moderni sistemi di irrigazione attualmente in uso, queste due tecniche hanno l'importante vantaggio di consentire il totale utilizzo a fini irrigui dell'acqua somministrata, vale a dire un risparmio d'acqua di circa il 50%, in media, per ogni adacquamento.

- *Colture annuali e specie ornamentali*: per esse si fa uso di un sistema denominato *buried straw pocket*: anche in questo caso si tratta di una trincea (50 cm larghezza, 50cm profondità) o di una buca (40 cm x 40 cm e 50 di profondità), riempita per 30 cm da una mistura di suolo e concime e per 10 cm circa da uno strato di paglia ed altro materiale vegetale (disposto quindi 10 cm sotto il livello del terreno). Al centro dello strato di materiale vegetale viene creato un foro di circa 15 cm di diametro, che viene completamente riempito di suolo fertilizzato; il tutto viene quindi interamente ricoperto con un film plastico forato in corrispondenza del precedente, ivi attraversato da un'ala adacquatrice, di materiale plastico, che arriva al centro dello strato di paglia e quindi al suolo fertilizzato. Se l'irrigazione è effettuata manualmente su ogni singola pianta, il tubo deve avere un diametro tra i 3 e i 4 cm, e 5 cm di lunghezza; se invece è presente un sistema di irrigazione a goccia, il gocciolatore viene sistemato nello strato di materiale vegetale vicino ad ogni foro ed è in questo punto, al centro dello strato, che vengono piantate o seminate le nuove piantine. L'acqua, qualunque sia il metodo irriguo utilizzato, imbibirà completamente lo strato di paglia e si infiltrerà lentamente in quello sottostante. Il film plastico che funge da pacciamante è coperto con 10 cm di suolo in modo da ridurre ulteriormente la perdita d'acqua per evaporazione e risalita capillare.

- *Costruzione di dighe in terra (jessours)*: lo scopo è arginare l'erosione e il ruscellamento facendo sostare l'acqua piovana. Si tratta di una tecnica tradizionale, di derivazione Romana, adottata dai militari secondo specifici adattamenti alle condizioni locali e successivamente evolutasi nel tempo. È essenzialmente costituita da un insieme di piccoli bacini naturali, ricavati in collina e regimati da piccole dighe in terra (nelle costruzioni moderne in cemento) talvolta rinforzate da formazioni vegetali; il flusso è regolato mediante la costruzione di canali laterali, anch'essi provvisti di dighe per il rallentamento della corrente che consentono di far pervenire l'acqua alla zona di utilizzo.

La conservazione dei jessours attualmente presenti e la costruzione di nuovi andrebbe incentivata perché si tratta di tecniche tradizionali modernizzate che hanno una consistente valenza dal punto di vista agronomico e che rappresentano, attualmente, il 90% della dotazione infrastrutturale idraulica in Tunisia. Esse hanno una duplice funzione: anzitutto permettono all'acqua di sostare più a lungo sul terreno, in modo da darle il tempo di penetrare nel sottosuolo e originare così una falda superficiale, e quindi costituiscono un ottimo modo di utilizzare l'acqua piovana che altrimenti

scorrerebbe via causando erosione; in secondo luogo permettono la decantazione del trasporto solido in modo da recuperare suolo fertile e coltivabile (fig. 48).

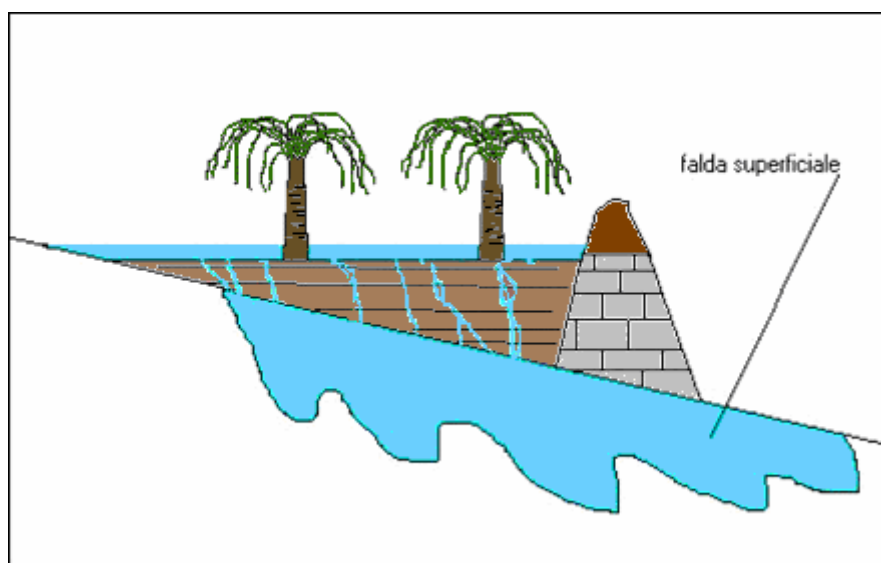


Figura 48. *Jessour* (disegno M. Fois)

Queste strutture sono coltivate con alberi da frutto quali palme da dattero, peri, olivi, e potrebbero sfamare anche una famiglia.

Le dighe possono essere realizzate in modo da costituire dei terrazzamenti, così che il troppo pieno di una diga si riversi nella parcella successiva irrigandola, e via dicendo fino a quella più a valle: in tal modo si riduce il ristagno idrico e si utilizza al massimo l'acqua disponibile; si creano così delle oasi artificiali che non hanno bisogno di essere irrigate (il terreno, coperto da un nastro d'acqua durante la stagione delle piogge, rimane umido tutto l'anno). Il problema è che le oasi così create non sono sufficienti ai fabbisogni alimentari della popolazione, soprattutto se si considera che il territorio circostante è degradato.

Non vanno inoltre sottovalutati i limiti della tecnica:

- il dimensionamento dei bacini e delle dighe ed il calcolo dei parametri idraulici viene attuato con formule completamente empiriche per le infrastrutture moderne e senza nessun tipo di calcolo o dimensionamento per quelle tradizionali; i tecnici del Ministero dell'Agricoltura utilizzano le formule di *bugeat* e *saccardy* che tengono conto solamente dell'inclinazione, dell'altitudine e della distanza fra due dighe successive; altri importanti parametri idraulici sono ignorati e questa è una delle cause che determina la distruzione delle dighe nel corso di eventi meteorici eccezionali come già successo nel 1969, 1979 e 1996, con il conseguente innesco di varie forme di dissesto idrogeologico ed importanti fenomeni erosivi;

- le particelle di suolo soggette a trasporto solido sedimentando sul fondo del bacino contribuiscono indirettamente ad incentivare le perdite d'acqua per evaporazione; la sedimentazione fa sì che si formi uno strato impermeabile costituito prevalentemente da argilla (90%) e limo (10%) che limita fortemente la percolazione ed il conseguente accumulo dell'acqua nel sottosuolo; le perdite per evaporazione possono arrivare a 20 litri/m²/giorno. Per ovviare a questo inconveniente i sedimenti vengono tradizionalmente utilizzati per la manutenzione delle dighe (anche se, per via dell'elevato tenore in sostanza organica che li rende particolarmente fertili, potrebbero essere adoperati più proficuamente per la fertilizzazione dei campi adiacenti).

Ottimi risultati sono stati ottenuti associando i *jessours* ad altre tecniche quali:

- un sistema di infiltrazione sotterranea;
- un sistema di drenaggio;

Il primo ha la funzione di consentire l'infiltrazione dell'acqua in eccesso, drenata dalla diga, nella rizosfera delle piante adiacenti tramite l'utilizzo di trincee di 80 cm di profondità alla base delle piante il cui fondo è coperto di pietre (*stone pockets*) o di un materiale spugnoso artificiale e la cui parte superiore è protetta dall'ingresso di detriti tramite un film di plastica; in tal modo l'acqua è trattenuta in profondità e si limita l'evaporazione.

Il sistema di drenaggio è invece costituito da un "troppo pieno", un condotto posto all'interno del bacino di raccolta in maniera tale che l'acqua vi entri una volta che viene superata una soglia critica di invaso; ciò consente il recupero dell'acqua in eccesso ed un suo produttivo immagazzinamento nel terreno. Questa tecnica, che ha ottenuto un brevetto internazionale, è stata applicata in un'azienda tradizionale nel 1994. Nel 1998, durante un evento piovoso eccezionale, la diga del campo sperimentale arrivò a contenere 300 m³ d'acqua che furono drenati in due giorni con l'utilizzo dell'infiltrazione sotterranea e del sistema di drenaggio nel sottosuolo in corrispondenza della rizosfera del frutteto adiacente.

- *Stoccaggio delle acque piovane tramite cisterne (festguias e majels)*: si tratta di strutture in cemento di concezione relativamente recente, utilizzate per l'immagazzinamento dell'acqua piovana a scopi potabili ed agricoli.

Le *festguias* sono delle cisterne cilindriche che sporgono per 20-30 cm dal piano di campagna sul quale è costruito un impluvio; la sporgenza dal suolo serve a non far confluire nella cisterna i sedimenti portati dall'acqua ruscellante proveniente dai campi adiacenti. Alla base di questa sorta di boccapozzo vi sono quindi dei fori che fungono da filtro per le parti di suolo più grossolane. Dal piano di campagna in giù la cisterna vera e propria è profonda dai 2 ai 3 m. Una festguia può contenere dai 20 ai 100 m³ di acqua piovana.

Le *majels* sono analoghe alle *festguias* ma hanno forma tronco-conica in cui la base superiore misura circa 2 m e quella inferiore circa 4. Vengono costruite nel letto del fiume per raccogliere l'acqua ruscellante. In questo caso anche le sabbie o le particelle di suolo penetrano nella cisterna, che ha due semplici vasche di decantazione con rudimentali filtri, dalle quali l'acqua passa poi alla vasca definitiva. Qui l'acqua è prelevata con semplici secchi ed usata per l'irrigazione.

Si tratta di opere tradizionali, che trovano degli evidenti limiti nelle difficoltà di raccolta, trasporto e distribuzione dell'acqua che viene impiegata tradizionalmente in attività agricole basate su lavoro umano o animale, estremamente faticose e dispendiose. L'irrigazione viene pertanto praticata solo su giovani piante, fino ai 5 anni dopo la messa a dimora, mentre successivamente diventa un'operazione di soccorso attuata in casi di necessità e non una pratica colturale abituale; le tecniche di somministrazione dell'acqua sono inoltre a bassa efficienza perché limitate allo scorrimento o alla sommersione, con elevate perdite per evaporazione.

Un ulteriore problema è dato dalla scarsa efficienza nello sfruttamento del potenziale della struttura; a causa delle limitate esigenze irrigue delle colture durante l'autunno, l'inverno e talvolta l'inizio della primavera (per via della ridotta evapotraspirazione e del riposo vegetativo delle piante) una grande quantità di acqua di precipitazione pervenuta alla cisterna piena non può essere stoccata e si tratta di volumetrie importanti che vengono perse; se ogni volta che la cisterna si trova a metà della sua capienza l'acqua contenuta fosse utilizzata tramite tecniche di sub-irrigazione ed in questo modo accumulata nel terreno, si potrebbe garantire una maggior capacità di invaso ed un più efficiente utilizzo.

- *Utilizzo di un galleggiante drenante per la cattura e la distribuzione dell'acqua da invasi artificiali, laghi di collina e piccole dighe di ritenzione*: lo scopo è ridurre i costi di pompaggio. Attualmente il pompaggio dell'acqua dai piccoli invasi di collina, dai *jessours* o dalle cisterne di raccolta (*festguias* e *majels*) viene attuato con lavoro umano o tramite pompe diesel o (raramente e solo nelle zone elettrificate) elettriche; si tratta di un costo decisamente oneroso considerando le elevate distanze di percorrenza. La tecnica proposta permetterebbe di abbattere queste spese: consta di un sifone principale posto in un circuito di flusso chiuso; per il prelievo dell'acqua viene utilizzato un tubo flessibile o rigido di materiale plastico di cui un'estremità è immersa nella riserva e fissata al filtro del galleggiante che assicura l'immersione dell'estremità e la pulizia dell'imboccatura. La seconda parte del tubo è esterna alla riserva, tappata ad un'estremità e connessa con l'altra ad un innescatore del vuoto che collega la parte immersa e quella esterna del tubo e che, per avviare l'adescamento, viene riempito d'acqua nella parte situata verso il basso rispetto ad esso, ovviamente con il tappo chiuso. Dopo il riempimento e la creazione di una depressione nella parte sommersa, l'apertura del tappo di quella esterna determina la produzione di

un flusso continuo sotto pressione negativa; l'innesco sarà effettuato una sola volta a meno che non si verificano interruzioni della depressione (figg. 49 e 50).

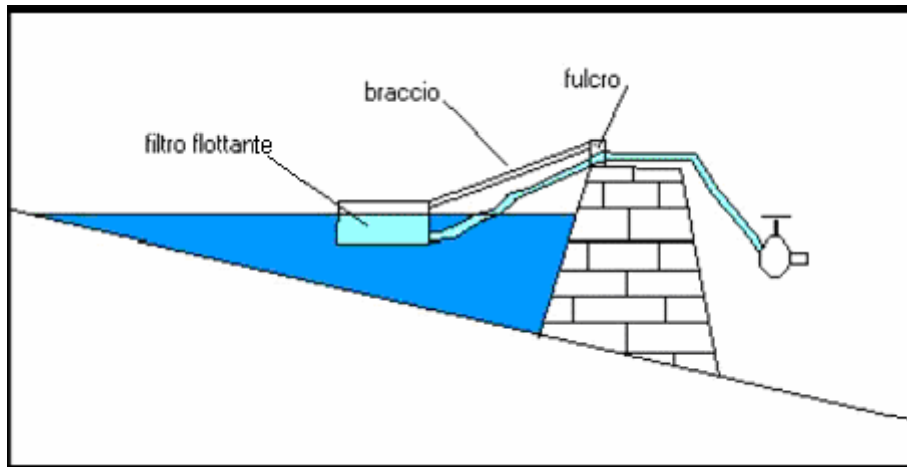


Figura 49. Tecnica del galleggiante drenante (disegno M. Fois)



Figura 50. Un tecnico dell'IRA illustra la tecnica del galleggiante drenante durante una visita di studio a Beni Khédeche, Tunisia (foto D. Pittalis).

La tecnica è attualmente diffusa nel centro-sud della Tunisia ed in alcune situazioni si è riusciti a garantire una pressione a valle di 2-3 bar che consente di effettuare irrigazione a goccia o tramite altre tecnologie innovative (ad es. i diffusori plastici per colture annuali o arboricoltura).

Per l'acqua contenuta nei piccoli laghi di collina o nelle piccole dighe di ritenzione lo schema descritto non cambia, vengono solo modificati alcuni parametri costitutivi quali:

- dimensione e forma del galleggiante drenante;
- caratteristiche del collettore per il collegamento di 4-6 tubi flessibili e del tubo rigido situato a valle della diga (il collettore include il sistema di innesco); come opzione, i tubi flessibili possono essere collegati con il sistema di filtraggio del galleggiante attraverso una valvola ad una via.

5. Un caso di studio: il progetto Keita

5.1. Caratterizzazione geografica e ambientale della zona oggetto dell'intervento

Il progetto di sviluppo denominato PDR/ADM (*Programme de Développement Rural dans l'Ader Douthi Maggia*) è nato dall'accordo di cooperazione firmato il 6 dicembre 1983 tra la Repubblica del Niger e lo stato italiano. Tale accordo si è basato su un intervento finanziario dell'Italia, con l'aiuto della FAO e del PAM e sotto la supervisione del CILSS per la messa in opera del progetto.

Nella sua fase iniziale (1984-1991) l'intervento ha riguardato la totalità del Distretto di Keita, nel Niger sud-occidentale (figg. 24 e 25), per una superficie di 4.860 Km², e successivamente (seconda fase progettuale, 1991-1996) si è ampliato fino ad includere la parte settentrionale del distretto di Bouza (2.600 Km²) e quella meridionale del distretto di Abalak (5.700 Km²), per un totale di 13.160 Km².

5.1.1. Inquadramento geografico dell'area

Privo di accesso al mare, da cui dista più di 650 km, il Niger confina a nord con la Libia e l'Algeria, a sud con la Nigeria e il Benin, ad ovest con il Mali e il Burkina Faso e ad est con il Ciad. Con una superficie pari a più del doppio della Francia (1.267.000 km²), questo paese è il secondo dell'Africa occidentale per dimensioni, ma è uno dei meno popolati, con il 90% degli abitanti concentrato a sud, nella valle del Niger, lontano dal desertico nord. Ha la forma di un'instabile "borsa dell'acqua calda" appoggiata su un fianco. Solo una ristretta area a sud, il "collo della borsa dell'acqua", riceve acqua a sufficienza per i raccolti. Il 75% del territorio nigerino riceve infatti meno di 250 mm di pioggia all'anno; la zona desertica a nord raggiunge i 150 mm annui mentre a sud si toccano (e in alcuni casi superano) i 550 mm di pioggia annua.

La porzione di deserto, in rapporto a quella di semideserto, è in continuo aumento ed esiste il rischio che il paese possa un giorno scomparire sotto una distesa di sabbia. Le riserve d'acqua sono limitate e il fiume Niger attraversa solo una piccola area del paese, confinante con Mali, Burkina Faso e Benin.

La popolazione conta oltre 11 milioni di abitanti ed è composta da varie etnie, la più numerosa delle quali è quella degli *haussa* (56%). I *tuareg*, benché rappresentino soltanto l'8% della popolazione, sono in uno stato di guerra endemica con il potere centrale. Essi sono prevalentemente pastori nomadi e commercianti e si concentrano maggiormente nel dipartimento di Agadez, occupato quasi totalmente dal deserto del Ténéré. Al contrario gli *haussa* sono stanziali e occupano la fascia

meridionale più umida (e più produttiva) del paese. Le due etnie sono divise da differenze di usi e costumi e da una guerra per l'accaparramento delle risorse che trova delle giustificazioni razziali: in particolare i *tuareg*, di pelle più chiara degli *haussa* e con fenotipo maggiormente vicino a quello delle popolazioni che abitano il più ricco nord Africa, disprezzano gli *haussa* chiamandoli genericamente "schiavi".

Circa il 90% della popolazione attiva si dedica all'allevamento e all'agricoltura, che tuttavia assicura solo la metà del PIL. Le specie domestiche più diffuse sono bovini, ovini, capre, polli, cammelli e asini. Tra le specie vegetali da granella le più importanti sono il sorgo e il miglio.

Il Niger è formato da sette dipartimenti, suddivisi in 35 distretti. Keita è uno dei sette distretti del dipartimento di Tahoua, nella zona centrale del Niger (fig. 51). Il distretto di Keita (fig. 52), come si è detto, ha un'estensione di 4.860 km², con altopiani e vallate collegati da ripidi versanti rocciosi, da declivi sabbiosi e da *glacis* a debole pendenza. Il territorio è solcato da una fitta rete di corsi d'acqua stagionali detti *koris*.

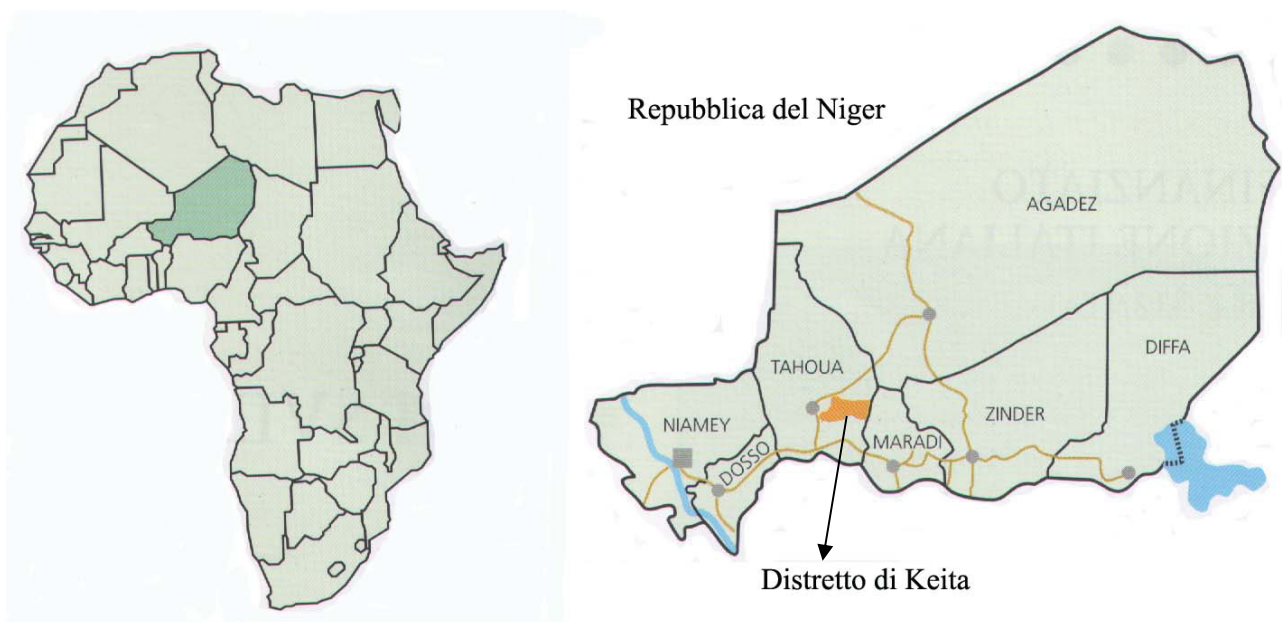


Figura 51. Il Distretto di Keita è localizzato nella zona sud-occidentale del Niger
(fonte: pubblicazione FAO a cura di R. Carucci "Il Progetto di Sviluppo Rurale Integrato di Keita")

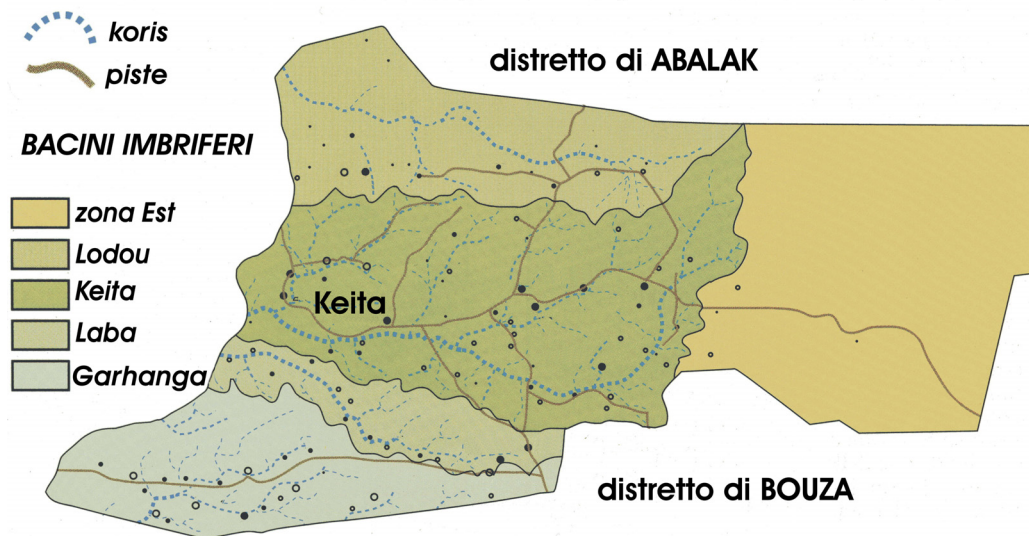


Figura 52. Distretto di Keita e suoi confini geografici (R. Carucci, cit.)

5.1.2. Condizioni climatiche e geomorfologiche

Il clima è tipicamente saheliano, caldo e secco, con precipitazioni medie che si aggirano intorno ai 300-400 mm, che cadono in maniera episodica durante la stagione invernale (da giugno a settembre). A causa delle alte temperature che si raggiungono nella stagione calda (coi picchi più elevati nel periodo aprile-maggio), l'evapotraspirazione potenziale raggiunge i 2.450 mm annui. Durante i mesi secchi, e soprattutto fra dicembre e febbraio, soffia l'*harmattan* in direzione S/SO, provocando danni alle colture e l'erosione delle terre nelle aree non protette.

Per quanto concerne la geomorfologia, la maggior parte della superficie dell'area di intervento è costituita dalle valli derivanti dall'erosione dell'altopiano Ader; i versanti hanno una pendenza importante in prossimità dell'altopiano, che via via si riduce verso il fondo valle. Quest'ultimo ospita generalmente terreni di natura alluvionale.

Schematicamente, la zona può essere divisa in 4 unità fisiche (fig. 53):

- *altopiani*, formati prevalentemente di lateriti (molti di essi presentano una crosta superficiale);
- *versanti ciottolosi*, composti da materiali lateritici e/o calcarei;
- *glacis* (versanti a pendenza dolce ed uniforme tra l'1 ed il 3%), coperti da suoli in cui dominano limo e sabbia, talvolta con una certa percentuale di argilla;
- *terreni alluvionali* di fondo valle, con suoli prevalentemente argillosi e solo parzialmente limosi e sabbiosi.

A queste si vanno aggiungere le *formazioni eoliche* (dune mobili o fisse), localizzate nella parte nord e est dell'area (Distretto d'Abalak).

5.2. Obiettivi

L'obiettivo principale del progetto è stato la promozione di uno sviluppo globale e sostenibile delle zone fortemente affette dalla desertificazione e la lotta contro gli squilibri dell'ecosistema tramite azioni diverse di recupero dell'ambiente non solo ecologico, ma anche economico e sociale.

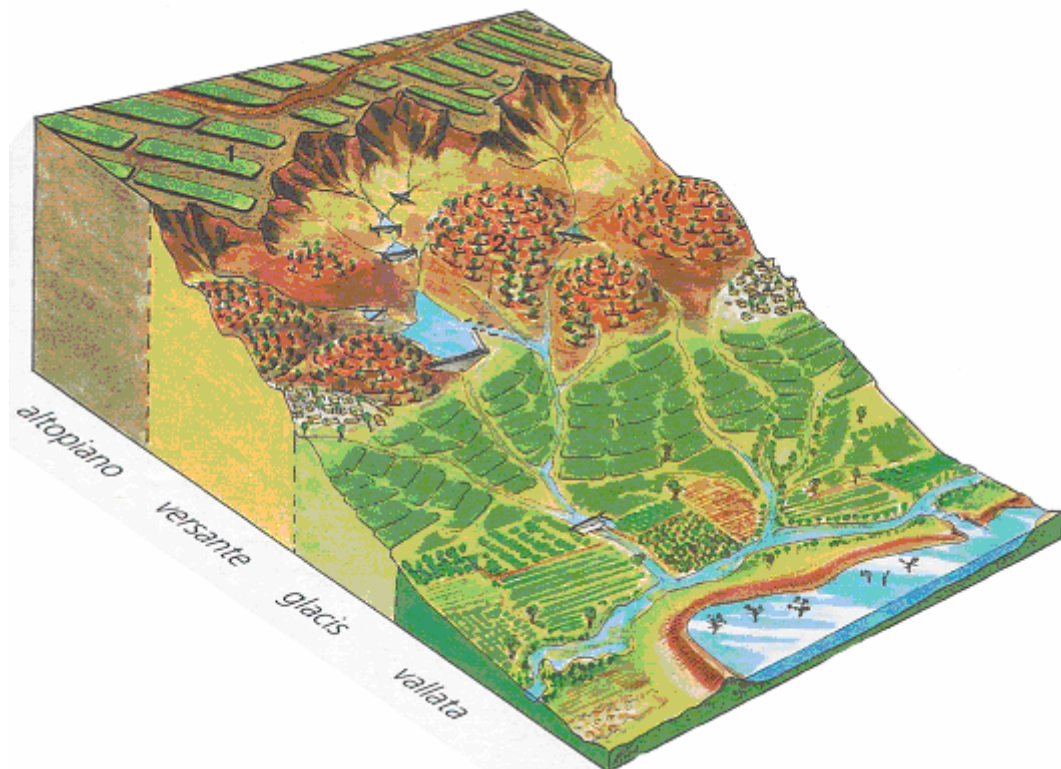


Figura 53. Schematizzazione delle 4 unità geomorfologiche dell'area oggetto di studio (R. Carucci, cit.)

Di seguito le principali azioni e interventi realizzati nell'area di Keita.

- *Azioni di ripristino dell'ambiente naturale*: hanno compreso, fra l'altro, interventi di gestione delle terre, di conservazione dell'acqua e del suolo, di ricostituzione e conservazione della biodiversità.

- *Interventi finalizzati allo sviluppo economico e al raggiungimento della sicurezza alimentare*: hanno incluso la costruzione di strade e altre infrastrutture miranti ad aumentare la viabilità e le comunicazioni; la realizzazione di pozzi e di altri mezzi per l'approvvigionamento e lo sfruttamento della risorsa idrica; lo sviluppo dell'agricoltura e dell'allevamento; l'edificazione nei villaggi di case, negozi, farmacie, mulini, magazzini, granai e ripari per gli animali; alcune attività di

promozione culturale e di trasferimento di tecnologia (centri di trasformazione dei prodotti agricoli, sviluppo del credito e del risparmio).

- *Azioni per lo sviluppo sociale*: tra queste era compresa la costruzione di infrastrutture scolastiche e mediche (ospedali, centri assistenza al parto e di pronto soccorso, dispensari, infermerie, ecc.), infrastrutture di servizio ed il rafforzamento delle istituzioni locali tramite attività di educazione e formazione allo sviluppo (prevalentemente indirizzate al mondo rurale).

5.3. Metodologie d'intervento

La carta vincente del progetto è stata l'azione sinergica ed integrata delle attività di ripristino meramente ambientale con quelle di miglioramento delle condizioni socio-economiche della popolazione. L'intuizione è stata quella di rendere partecipe la popolazione dell'importanza di questo progetto, coinvolgendola attivamente e direttamente nella sua realizzazione, demandarle anche funzioni decisionali e operative che mai prima d'allora aveva rivestito; solo così è stato possibile portare a compimento e con successo un progetto particolarmente ambizioso. La costituzione di comitati di villaggio ha di fatto comportato la decentralizzazione del potere decisionale, determinando la piena partecipazione popolare all'esecuzione delle opere; gli abitanti dei villaggi hanno quindi preso coscienza del proprio ruolo e della propria importanza nella costruzione del loro avvenire.

Nel 1984, prima dell'inizio delle attività, chi si fosse recato a Keita si sarebbe trovato dinanzi una situazione drammatica e apparentemente irreversibile.

I *glacis* apparivano completamente spogli e senza vegetazione, la loro superficie era ormai in larga parte crostosa o coperta di dune mobili e le sabbie giungevano fino in prossimità dei villaggi, arrivando in alcuni casi a seppellirli. Ma la parte più spettacolare del progetto è stata quella relativa al recupero degli altopiani e delle colline sassose, ormai considerate terre marginali, improduttive e destinate all'abbandono. La natura stessa di questi suoli li rendeva difficilmente lavorabili, poiché coperti in larga parte di una coltre lateritica, durissima e impermeabile.

5.3.1. Opere di regimazione idrica

Per arrestare il degrado generalizzato del territorio occorreva anzitutto ridurre il ruscellamento delle acque piovane (che causava estesi fenomeni di erosione areale ed incanalata), facilitato dalla topografia e dalle caratteristiche pedologiche dei terreni.

Malgrado l'aridità del clima, infatti, uno dei problemi più gravi in Niger è paradossalmente rappresentato proprio dalle precipitazioni che, durante la stagione delle piogge, si riversano sul suolo con una violenza tale da causare forti danni. Uno dei problemi maggiori è dato dal periodico ingrossamento dei *koris* (i corsi d'acqua a carattere stagionale in secca durante la maggior parte dell'anno), che straripano asportando lo strato di suolo più fertile.

Per limitare la forza erosiva delle acque sono state compiute delle opere ingenti, che illustriamo qui di seguito.

5.3.1.1. Costruzione di *banquettes* nei *glacis* e nelle valli

Si tratta di argini antierosivi di terra compattata e pietrame (lunghezza 100 m, larghezza circa 30 cm in cresta, altezza approssimativamente 40 cm, distanza tra un argine e il successivo di circa 40-50 m), creati sui versanti e a valle (fig. 54) con l'ausilio di un sistema di solchi sinuosi per facilitare l'infiltrazione e lo scorrimento delle acque. Le porzioni di terreno posizionate più a valle sono state coltivate e lavorate in profondità con scarificatori mentre, a monte delle parcelle coltivate, altre sono state lasciate incolte per essere utilizzate come *impluvium*, ossia servivano come zona di accumulo dell'acqua piovana, la quale per gravità scendeva poi a valle. Per ogni parcella da coltivare è stata lasciata intatta e utilizzata come *impluvium* una superficie di estensione almeno doppia; con questo sistema, al verificarsi degli eventi piovosi, l'acqua che arriva alle piante è circa il triplo della quantità che gli giungerebbe senza alcun intervento (provenendo per due terzi dall'*impluvium* e un terzo dalla parcella coltivata). Le *banquettes* si sono rivelate molto utili sia per i rimboschimenti sia per l'uso agricolo dei terreni.



Figura 54. Argini in terra compattata e pietrame: funzione antierosiva e di trattenuta delle acque (foto T. Cugia)

5.3.1.2. Scavo di trincee nei pendii

Le trincee sono state disposte per file parallele lungo le curve di livello, in direzione ortogonale rispetto alla pendenza del versante. Esse hanno forma di mezzaluna, sono profonde 60 cm, larghe 60 cm e lunghe circa 3 metri; distanza di una trincea dall'altra di circa mezzo metro in senso ortogonale e di circa 3 metri e mezzo nel senso della pendenza. È un tipo di lavorazione particolarmente adatta ai pendii scoscesi e rocciosi. Esse permettono la raccolta di una quantità d'acqua piovana rilevante, in grado di garantire la crescita degli alberi (ognuna può trattenere fino a 1 m³ di acqua), in zone in cui naturalmente l'acqua tenderebbe a ruscellare e a non penetrare nel terreno (fig. 55). Nelle colline pietrose sono state scavate circa due milioni di trincee per la messa a dimora di altrettanti alberi.

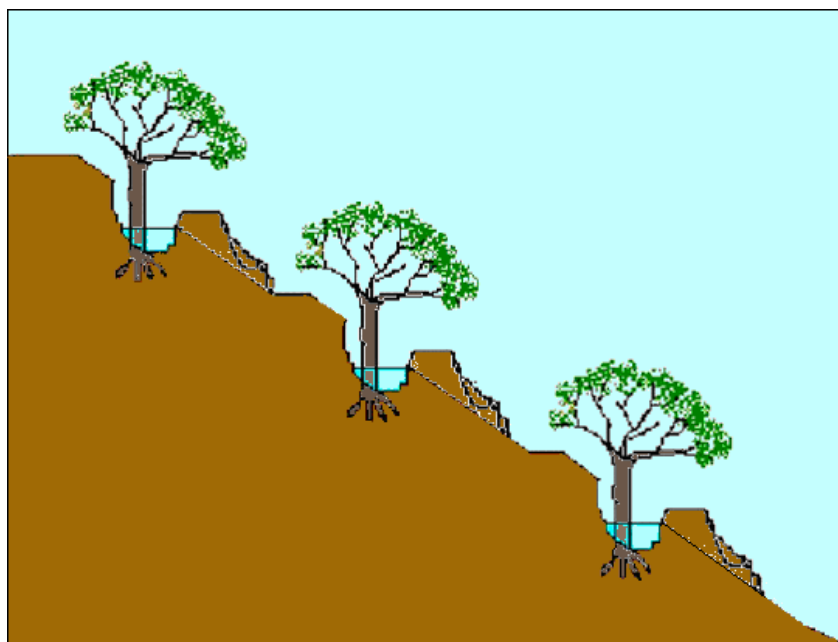


Figura 55. Trincee di rimboscimento, adottate sulle colline sassose e sui versanti più ripidi degli altopiani (disegno M. Fois)

5.3.1.3. Costruzione di briglie in gabbioni e piccoli sbarramenti in terra lungo i *koris*

Con il materiale a disposizione, essenzialmente pietrame e rete metallica costruita sul posto, sono stati costruiti briglie e sbarramenti artificiali tramite i quali si è ridotta la portata dei corsi d'acqua stagionali, in alcuni casi, da 100 m³/s fino a 1-3 m³/s. In questo modo è stata limitata l'azione erosiva delle piene, e si è favorita l'esonazione nelle vallate, con accumulo di sedimenti che le hanno rese fertili e adatte alle coltivazioni anche una volta che le acque si fossero già ritirate.

Infatti, grazie agli sbarramenti, le anse che il fiume abbandona dopo le piene rimangono umide tutto l'anno e, durante la stagione secca, vi si possono coltivare pomodori, zucche, carote, cipolle, patate africane (ossia quelle che vengono definite “colture di contro-stagione”).

La crosta che si riforma in superficie non solo non è vista come un fattore negativo su cui intervenire, ma addirittura come un rimedio contro l'aridità del clima, perché impedisce all'acqua contenuta nel suolo di evaporare; le piante, opportunamente collocate in buchi di una certa profondità, si avvantaggiano della presenza dell'umidità del terreno e ricevono dall'esterno continui apporti di sostanza organica grazie all'acqua di ruscellamento che, scorrendo in superficie sulle croste, raccoglie i residui vegetali e va ad accumularli all'interno delle fessure fra una crosta e l'altra. Si è potuta così ripristinare la vegetazione in luoghi dov'era del tutto assente e restituire alle pratiche agricole terre ormai incolte (fig. 56).



Figura 56. Una pianta di pomodoro piantata nel letto asciutto di un koris durante la stagione secca (foto G. Tanda)

Non solo i *glacis* e gli altopiani si sono avvantaggiati degli interventi di questo tipo, ma anche le valli, già utilizzate a scopi produttivi, dove però le falde e i suoli ipersfruttati avevano subito gli effetti negativi di un uso intensivo della risorsa.

Ne è un esempio la valle di Toumboulana, situata a 43 km da Keita, in cui l'utilizzo agronomico è ora effettuato con le modalità previste dal progetto, poco impattanti, a basso costo e con ridotto

impiego di tecnologia. L'irrigazione è praticata con un metodo tradizionale che consiste nello scavare dei canali nel terreno, nei quali è fatta scorrere l'acqua (per gravità: le pendenze dei canali e dei terreni sono studiate in modo da far arrivare l'acqua a tutte le parcelle); a questi canali principali accedono dei canali secondari, che vengono aperti o chiusi con l'accumulo di terra dove non si vuole che passi l'acqua (fig. 43). In tal modo l'acqua del primo canale secondario viene fatta confluire prima nell'appezzamento più alto, sbarrando il canale nella sua parte inferiore, poi questo sbarramento in terra viene aperto e l'acqua scende all'appezzamento sottostante, e via dicendo per tutti gli altri appezzamenti del campo.



Figura 57. Canalizzazioni scavate nella terra; si fa scorrere l'acqua nel canale principale, poi si aprono manualmente dei canali laterali che portano l'acqua ad ogni singola parcella (foto S. Sechi)

Le opere di regimazione idrica sono state integrate dallo scavo di numerosi pozzi, molti dei quali ad uso individuale. Per l'eduazione ci si serve della trazione animale, accompagnata talvolta (anche se di rado) dall'uso di motopompe; al contrario le pompe ad alimentazione solare non vengono utilizzate in agricoltura ma solo per usi civili. I pozzi spesso non sono incamiciati, quindi, dopo le inondazioni che avvengono nel periodo delle piogge, devono essere fatte delle opere di risistemazione.

Posizionata alla base di una serie di terrazzamenti naturali, la valle nella stagione umida si ricopre di una lamina d'acqua superficiale grazie al confluire delle acque piovane dai rilievi che la circondano, e il terreno resta umido anche dopo la fine del periodo delle piogge; essa può quindi essere utilizzata anche durante la stagione secca per le colture di contro-stagione. Il progetto ha sfruttato queste sue peculiarità per renderla redditizia.

La superficie sfruttata a scopi agricoli è oggi di 302 ha. Vi si producono pomodori, zucche, cavoli e cipolle (di queste ultime si utilizzano anche le foglie che, fatte essiccare, vengono appallottolate e pressate per essere consumate a fette). Pomodoro e zucca vengono coltivati in consociazione (fig. 58) non per motivi agronomici ma per ragioni puramente economiche. Infatti la zucca si vende subito dopo il raccolto, mentre il pomodoro si può seccare e permette un guadagno posticipato nel tempo.

Il rendimento medio per le diverse colture praticate, calcolato in varie epoche per periodi da otto a dieci anni, è risultato:

- pomodoro: 16 t/ha;
- cipolla: 35 t/ha;
- zucca: 17 t/ha;
- cavolo: 75 t/ha.

Si producono anche, in piccole quantità, carote, lattughe e altri ortaggi, che hanno un mercato piuttosto ristretto, in quanto sono acquistati solo dalle donne provenienti dai villaggi vicini. Nei fianchi delle colline circostanti, dove la disponibilità d'acqua è minore, si coltivano il miglio e il sorgo.

L'uso di tecniche di irrigazione tradizionali e l'aumento dei punti d'acqua, insieme alla riduzione delle lavorazioni meccaniche (le quali, rompendo le croste superficiali, incrementerebbero l'evaporazione dell'acqua contenuta nel terreno), hanno permesso di ottimizzare la gestione della risorsa idrica disponibile. La conseguenza principale è stata un notevole aumento del livello della falda, per cui oggi si trova l'acqua a pochi metri di profondità dove prima era necessario scavare per parecchie centinaia di metri.

Fra le innovazioni apportate dal progetto c'è stata la creazione di “fondi dell'acqua”, tuttora attivi: il ricavo proveniente dalla vendita dei prodotti agricoli è risparmiato e destinato all'acquisto di acqua. Non esistono consorzi per la gestione della risorsa idrica ma è stato attivato di recente un programma nazionale perché l'uso dell'acqua a scopi agricoli sia fatto con metodi sostenibili.

A partire dalla conclusione del progetto è stato praticato un monitoraggio costante dei livelli piezometrici ed è stato predisposto dal Ministero dell'Ambiente e dell'Idrologia un GIS in cui si possono trovare tutte le informazioni relative alla risorsa acqua a scala locale (provinciale). Questo dimostra che l'utilità del lavoro fatto è andata oltre l'aver reso fertile un suolo poco produttivo, ma si è concretizzata in un trasferimento di conoscenze tale che oggi gli amministratori locali hanno a cuore il mantenimento della nuova situazione e sono sufficientemente sensibilizzati da sentire loro stessi il bisogno di intervenire nel caso che suonasse nuovamente il segnale d'allarme.

Oltre ai benefici in campo ambientale e della gestione del territorio ci sono quelli, non trascurabili, ottenuti a livello economico, ossia l'incremento nella redditività delle terre. La proprietà privata è ancora poco diffusa, ma da quando si è cominciato a trarre un'utile dalla vendita dei prodotti agricoli è nata l'esigenza di diventare proprietari delle parcelle che si coltivano per poter godere individualmente dei guadagni. Oggi esistono quindi anche delle forme di scambio e di acquisto di terre che si contrappongono alla tradizionale proprietà comune dei fondi.



Figura 58. Consociazione di zucca e pomodoro (foto M. Ledda).

5.3.1.4. Costruzione di dighe sul letto dei fiumi

Le dighe sono state costruite allo scopo di rallentare le piene e incanalare l'acqua per usi agricoli, ma anche di creare laghetti collinari per uso umano e zootecnico. Infatti, alcuni di questi laghi sono divenuti invasi permanenti e fungono da punti di abbeverata per il bestiame, migliorando la qualità della vita degli allevatori che spesso vedevano le loro mandrie gravemente decimate dalla siccità, e che erano costretti a scavare dei pozzi a mano per far bere gli animali.

Uno di questi interventi ha riguardato il fiume Loudou ad una quarantina di km da Keita dove nel 1996 è stato realizzato uno sbarramento per rallentare lo scorrimento superficiale: in tal modo si è creato uno specchio d'acqua usato per l'abbeverata del bestiame (fig. 59), ma anche per la piscicoltura (specie dei generi *Tilapia*, *Latès*, *Clarias*). Nel periodo di aprile-maggio è stato fatto un censimento da cui è risultato che vi attingevano in media 2500 animali al giorno; oggi è probabile che tale numero sia aumentato. La diga ha un volume di 55.000 m³ costituito da materiale di riporto, una capacità massima di stoccaggio d'acqua di 581.230 m³ (quella minima è calcolata in 185.740 m³) e una superficie del bacino versante di 4,6 km².

Quello di Loudou è un laghetto collinare alimentato dall'acqua che ruscella dalle colline circostanti. Per i periodi nei quali il livello dell'acqua sale maggiormente è stato costruito un diversore (un troppo pieno).

A monte di questo bacino è stato realizzato un altro sbarramento volto sia a rallentare il flusso idrico che a creare, attraverso la sedimentazione, dei terrazzi da sfruttare con la coltivazione di colture orticole. A seguito della realizzazione di questi sbarramenti si è riscontrata la risalita della falda acquifera, grazie alla quale è oggi possibile attingere l'acqua anche con pozzi non molto profondi. Le coltivazioni praticate sono la manioca, la cipolla e vari alberi da frutto, tra cui palma da dattero e melograno.

In questo sito è stata fondamentale l'attività delle donne del villaggio; il loro impiego per il recupero a fini agricoli dell'area ha avuto delle ricadute non solo economiche ma anche socio-culturali, che approfondiremo più avanti.



Figura 59. Invaso artificiale di Loudou, formatosi a seguito della costruzione dello sbarramento in pietra (foto G. Latte)

5.3.2. Rimboschimenti

Grazie alle opere di regimazione idrica è stato possibile realizzare numerosi rimboschimenti. A tal fine sono state utilizzate specie locali, i cui semi venivano materialmente raccolti ai piedi degli alberi cresciuti naturalmente nell'area di intervento (e perciò erano adattati al clima semiarido) e depositi in fitocelle dotate di fori di scolo per l'acqua, preventivamente riempite con una miscela di 2/3 di terreno sabbioso inumidito e 1/3 di letame. Per l'acacia veniva fatto un trattamento con acqua calda e alcune gocce di acido solforico, per superare l'inibizione alla germinazione che in natura avviene a seguito del passaggio dei semi nel tratto digerente degli animali. Il periodo di tempo necessario alla germinazione varia dai 2 ai 7 giorni. Una volta raggiunta un'altezza di 15-20 cm (normalmente dopo 10-15 giorni), la piantina veniva trapiantata in campo. Le piante non dovevano essere in alcun modo irrigate perché dovevano trovare nell'ambiente circostante le condizioni necessarie al proprio sviluppo. Per l'impianto si è scelto l'inizio della stagione delle piogge (giugno

- luglio) in modo che nel primo periodo del loro accrescimento potessero usufruire delle condizioni di umidità più vantaggiose. Queste tecniche vivaistiche sono state tramandate nel tempo, e sono praticate ancor oggi.

Riportiamo qui di seguito degli esempi di rimboschimenti che hanno profondamente modificato il paesaggio arido, sterile, quasi lunare, rendendolo ricco, fertile e rigoglioso.

- *Interventi sulle sponde dei koris* finalizzati a ridurre i danni provocati dall'erosione. Nel letto dei fiumi durante la stagione umida il ruscellamento è molto forte e asporta notevoli quantità di suolo; inoltre si crea un meccanismo regressivo per cui l'erosione a valle crea nuova erosione a monte.

L'acqua infatti scorrendo nel letto del fiume, smuove i sedimenti e acquista sempre maggiore velocità man mano che si riduce l'attrito con gli stessi, per cui aumenta progressivamente la forza erosiva esercitata sulle sponde. L'erosione scava alla base dei versanti che declinano verso il letto dei *koris* causando delle frane e aumentando la pendenza di tali versanti; ciò comporta poi una maggiore velocità di ruscellamento sulle pendenze e quindi un aumento dell'erosione incanalata sugli altopiani. Questo meccanismo una volta innescato può essere all'origine del degrado di ampie superfici. E' stato quindi necessario intervenire con opere di sistemazione, com'è accaduto lungo il *koris* Akala Badjè – Seytè che si trova a 4 km da Keita, in cui è stata realizzata, a partire dal 1985 e per 48 km, una piantagione di alberi lungo le sponde del fiume, al fine di stabilizzarle e proteggere i terreni coltivati circostanti. Sono state utilizzate diverse specie di acacia (*Acacia Raddiana*, *nilotica*, e *albida*), due specie di *Prosopis*, la *juliflora* e la *ciliensis* (che però non è autoctona, in quanto proviene dal Sud America), ma soprattutto la *Tamarix aphylla* (fig. 60), specie non locale ma che vive in condizioni ambientali analoghe (basti pensare a quelli che crescono spontaneamente sulle sponde del Nilo e, nello stesso Niger, nella zona di Agadez).

La scelta delle tamerici non è stata casuale: sono piante che tollerano bene le carenze idriche e perciò sono in grado di sopravvivere ai periodi di siccità; sono alofile, perciò vivono anche in terreni salinizzati; il legno prodotto da questa specie risulta scarsamente combustibile e quindi, non venendo ceduta dalla popolazione, può garantire nel tempo la sua funzione stabilizzatrice. Inoltre, seppur non appetita dal bestiame, i suoi fiori mescolati ad altre essenze hanno comunque un uso zootecnico, in quanto vengono somministrati agli animali per aumentarne la fertilità.



Figura 60. Fissazione delle sponde di un *koris* con piante di *Tamarix aphylla* (foto M. Ledda).

- *Ripristino della vegetazione sui plateaux*. Il problema dei *plateaux* è la difficoltà di attuarvi uno sfruttamento di tipo agricolo perché le riserve idriche sotterranee sono inaccessibili. I villaggi vengono edificati nelle valli, in cui la falda è più superficiale, di conseguenza gli altopiani sono lasciati nell'abbandono e rimangono privi di una protezione vegetale e soggetti ad una forte erosione agevolata dalle pendenze. L'erosione rimuove le parti più fertili del suolo e le porta nelle valli, che quindi diventano più ricche e produttive, mentre nelle zone a maggiore pendenza rimangono solo ghiaia o, nel peggiore dei casi, la roccia viva. Sono stati perciò effettuati dei rimboschimenti, di cui portiamo due esempi: quello di Tamaské e quello di Garadoua.

- *Plateau di Tamaské*: in questo sito, situato a 20 km da Keita, sono state impiantate varie specie di acacia (*Raddiana*, *seyal*, *laeta* e *senegal*). Sono state realizzate *banquettes* e trincee per rallentare e trattenere l'acqua e favorire così la piantagione delle specie arboree. L'attività, cominciata nel 1987, ha previsto la realizzazione di 226.417 trincee su una superficie di 377 ha. Lo scopo perseguito era il semplice ripristino della vegetazione, in modo da restituire fertilità ad un suolo arido e depauperato della sostanza organica, limitare l'erosione e favorire l'accumulo d'acqua e la formazione di un microclima più umido. Il suolo lateritico dell'altopiano, di colore rosso scuro e

composto in prevalenza da ghiaie ferruginose, calcari e argilliti, è infatti inadatto per l'agricoltura, ma l'impianto di questi alberi ha permesso di praticare l'allevamento. In seguito ci si è resi conto che potevano essere sfruttati, più proficuamente, per la produzione di gomma arabica. Potenzialmente questa zona, per numero di piante, potrebbe essere il secondo produttore di gomma arabica del Niger: studi recenti hanno infatti appurato che vi si potrebbero ottenere dalle 5.000 alle 7.000 t di gomma (con prezzi che si aggirano sui 500.000-800.000 CFA alla t), ma attualmente essa viene poco sfruttata e solo per uso locale (fig. 61). Per poterla immettere sul mercato bisognerebbe infatti avere delle strutture produttive e di vendita adeguate, la cui realizzazione incontrerebbe degli ostacoli a causa della difficoltà di spartizione delle terre (che sono collettive: gli attuali conduttori hanno solo un diritto d'uso sul terreno). Attualmente uno sfruttamento economico più intenso potrebbe perciò provocare dei conflitti tra gli abitanti della zona.



Figura 61. Piante di acacia sfruttabili per la produzione di gomma arabica (foto M. Ledda)

Per lo sfruttamento della gomma sarebbe inoltre necessario fare attività di formazione in favore della popolazione. Questo processo è già stato in parte avviato da esperti provenienti dal Sudan e dal Senegal, che hanno organizzato gruppi di raccolta e una divisione delle aree di produzione realizzate in modo da non creare dei dissidi.

In altre regioni al contrario la tradizione di raccogliere e vendere la gomma è presente da tempo: esiste un popolamento naturale nella zona orientale del Niger che è sfruttato fin dal periodo coloniale; inoltre questo tipo di produzione è oggi attuata con successo in Sudan, Ciad e Nigeria. La gomma prodotta dall'*Acacia seyal* è di qualità superiore; la sua consistenza è più cedevole di quella

prodotta dalla più famosa *Acacia senegal* che al contrario è più dura, perciò la gomma della *seyal* risulta meno fragile ed è particolarmente apprezzata. Anche l'*Acacia Raddiana* produce gomma ma non è richiesta dal mercato perché di bassa qualità. La raccolta della gomma si effettua a partire dal quinto o sesto anno di età dell'albero; viene praticata un'incisione sulla corteccia che raggiunge il libro senza però scalfirlo e con un apposito strumento (fatto in modo da agevolare la cicatrizzazione dell'incisione) si asporta una porzione di scorza lunga 30-40 cm e larga un paio di cm. La raccolta della gomma si effettua 3-4 settimane dopo la prima incisione, mentre per quelle successive alla prima è sufficiente un'attesa di 15 giorni. La produzione media è di 500 g per pianta e il numero di incisioni per pianta dipende dalle dimensioni dell'albero e delle branche. Il raccolto può essere fatto ogni anno, avendo cura di effettuare le incisioni su rami diversi rispetto a quelli dell'anno precedente. Le piante possono essere sfruttate per un massimo di 15 anni, dopodiché il popolamento va rinnovato, piantando nuovamente gli alberi (l'*Acacia senegal* può vivere anche 25 anni).

- *Plateau di Garadoua*: è situato a 13 km da Keita. In questo sito le opere del progetto sono iniziate nel 1987, con un recupero di terre pari a 550 ha per fini agro-pastorali e a 50 ha per fini silvo-pastorali. Il rimboschimento è stato possibile grazie alla realizzazione di 99.994 trincee su una superficie di 167 ha, con la piantumazione dei generi *Acacia*, *Prosopis* e *Ceratonia*; prima che venissero realizzati gli interventi, sul plateau non era presente vegetazione. Oggi la resa cerealicola dei suoli del plateau è mediamente di 504 kg/ha.

- *Recupero ambientale dei glacis*, tra cui quello situato a *Tinkirana* a 23 km da Keita. I lavori sono iniziati nel 1988, con un recupero di 657 ha di terre a fini agro-pastorali e con la realizzazione di 255.987 trincee distribuite su una superficie di 427 ha. Prima dell'inizio delle attività del progetto il sito era del tutto privo di vegetazione. Il ruscellamento superficiale asportava le particelle di suolo più fini e la compattazione aveva portato alla formazione di una crosta che impediva l'infiltrazione dell'acqua. È stato quindi necessario realizzare le *banquettes* per ridurre la velocità delle acque che giungevano dalle zone di maggiore pendenza e limitare l'erosione. Il terreno è stato lavorato con scarificatori, che rompono le croste senza rivoltare la fetta, quindi non alterano a fondo la struttura del suolo, permettendo il mantenimento dello strato di sostanza organica nei primi centimetri di profondità, dove le radici delle piante possono raggiungerla; fra l'altro il tenore in sostanza organica è stato migliorato con apporti di residui colturali accompagnati, quando necessario, da calcitazioni per attenuare il pH acido del suolo. Prima di piantumare le specie arboree si è atteso che cadessero almeno 100 mm di pioggia, quindi sono state messe a dimora *Acacia Raddiana*, *A. nilotica*, *A. seyal* e *Prosopis julyflora* (figg. 62 e 63). Grazie alle opere di sistemazione è cresciuta la quantità di infiltrazione dell'acqua nel suolo e il deposito delle particelle più fini in sospensione ha permesso il recupero del terreno a fini agricoli. Il sito è tuttora sfruttato per la produzione di sorgo e di miglio,

che viene seminato nello spazio compreso tra la *banquette* e la fila di alberi, anche se la porzione di terreno sfruttata varia a seconda della quantità di pioggia caduta. È praticata la pacciamatura: l'accumulo superficiale dei residui colturali, favorendo la presenza di formiche, termiti e altri invertebrati, ha effetti molto positivi sulla porosità del suolo. Oggi il rendimento cerealicolo medio del *glacis* è di 532 kg/ha.



Figura 62. Piantagione di acacie e *Prosopis* sul glacis (foto M. Ledda).



Figura 63. Risultati del rimboschimento di un glacis (foto M. Ledda).

5.4. Effetti benefici delle attività sull'agroecosistema

Da ciò che si è detto a proposito dei singoli interventi emerge l'efficacia delle opere effettuate nel trattenere il suolo contro l'erosione idrica, soprattutto grazie ai rimboschimenti tutti effettuati con piante autoriseminanti che quindi non necessitano né di manutenzione né di successivi reimpianti.

Tra gli interventi è stato previsto anche l'arginamento delle dune mobili: a tal fine sono state realizzate opere di stabilizzazione con siepi morte (formate da stocchi di miglio) e fasce frangivento (fig. 64), formate da alberi adatti a tale scopo: sono stati utilizzati gli *Eucaliptus* per la loro crescita rapida e per la capacità di fornire pali da costruzione e legna da ardere.

Gli interventi di sistemazione idraulica hanno avuto un forte impatto sulle produzioni agricole generando un sensibile aumento delle produzioni, specialmente con il recupero di migliaia di ettari di terre abbandonate sui *glacis* e sugli altopiani. L'agricoltura in passato si concentrava prevalentemente nelle vallate; le colture praticate erano quelle cerealicole ad uso alimentare come il sorgo e il miglio che forniscono la maggior parte della razione calorica giornaliera. Le coltivazioni di contro-stagione, di cui si è parlato, sono state introdotte dal progetto e hanno permesso un consistente aumento del reddito dei contadini e una gestione più efficiente del suolo agrario, durante tutto l'anno.



Figura 64. Fasce frangivento realizzate con *Eucaliptus* nelle vallate per proteggere dall'harmattan le colture irrigue di contro-stagione (R. Carucci, cit.)

L'introduzione di sistemi agrosilvopastorali ha costituito anch'essa un modo di ottimizzare la produzione agraria permettendo di affiancare allevamento e agricoltura e rappresentando una soluzione al problema della carenza di vegetazione erbacea nei paesi aridi: la componente

foraggiera arborea rappresenta il solo modo di assicurare l'alimentazione al bestiame negli anni di grande siccità, quando i pascoli erbacei spariscono. Inoltre le numerose riserve d'acqua formate dalle dighe riducono i lunghi percorsi delle mandrie e agevolano l'abbeverata durante la stagione secca.

La ricostituzione della boscaglia lungo i *glacis*, le dune, gli altopiani e le colline sassose oltre ad avere benefici antierosivi e a consentire un utilizzo foraggiero, ha il vantaggio di stimolare il ritorno di una fauna in passato abbondante e di offrire alle donne una fonte di combustibile indispensabile e facilmente reperibile nel territorio.

Il successo dei rimboschimenti realizzati dal progetto è dovuto anche alla collaborazione delle popolazioni locali (agricoltori-allevatori) che si è manifestata nell'evitare il pascolo incontrollato e il taglio abusivo delle piante.

5.5. Il miglioramento della condizione socio-economica

5.5.1. La partecipazione popolare e il ruolo della donna

La popolazione interessata dal progetto, stimata in 156.000 persone nel 1984, è aumentata a 250.000 persone durante la seconda fase ed è ripartita in circa 300 villaggi.

La partecipazione popolare ha funzionato da fattore propulsivo per il progetto. Fin dall'inizio, gli agricoltori-allevatori del distretto sono stati consultati di continuo ed hanno svolto un ruolo attivo nelle fasi preparatorie e nell'esecuzione delle opere. Nei cantieri hanno lavorato ogni giorno dalle 2500 alle 3000 persone, in prevalenza donne; gli abitanti di Keita sono diventati i reali artefici del programma. Al contrario, nel passato alcuni progetti in origine ben congegnati sono falliti sul campo a causa della difficoltà di capire a fondo i bisogni, le aspirazioni e le reali capacità della popolazione locale.

Il ruolo delle donne è stato fondamentale per il progetto; la mano d'opera, in particolar modo nelle fasi iniziali, è stata quasi esclusivamente femminile per via della massiccia emigrazione maschile. La donna nella società nigerina ha un ruolo ben definito che è quello di occuparsi dei figli e svolgere le sole attività necessarie alla vita domestica, quali il lavaggio degli indumenti, il trasporto di legna legata in fascine e di grandi otri contenenti acqua o cibarie, la macinatura del grano per ricavarne la farina, la produzione del pane e di altri prodotti locali, la cottura dei cibi (fig. 65).



Figura 65. Una delle mansioni tradizionalmente affidate a manodopera femminile è il trasporto della legna per la quale devono talvolta percorrere chilometri a piedi (foto F. Comparetti).

Quando le vien dato un corrispettivo per il suo lavoro, questo non supera i 10.000 CFA (15 euro) all'anno. A Keita prima del progetto il terreno era improduttivo, e gli uomini si erano allontanati per andare alla ricerca di fortuna in altre province ancora fertili. Le donne si trovavano quindi da sole, in una condizione di indigenza, a provvedere ai fabbisogni della famiglia.

Per il lavoro prestato il progetto ha previsto l'attribuzione ad ogni lavoratore e lavoratrice di un compenso che veniva somministrato in forma di razione alimentare giornaliera "familiare", ossia sufficiente per il loro sostentamento individuale e per quello dei figli, ma della quale una piccola quota veniva talvolta, con sacrificio, messa da parte per essere venduta. Il guadagno conseguito veniva quindi accantonato fino a costituire un piccolo capitale. In questo modo, poco alla volta, le donne del villaggio sono riuscite a migliorare la propria condizione economica e a fondare una ONG che amministra i capitali delle socie e concede prestiti a chiunque ne faccia richiesta purché i fondi siano investiti in attività produttive e a patto che venga restituito l'importo iniziale al termine dell'investimento.

Il progetto ha incentivato il microcredito, che si è rivelato un mezzo efficace per stimolare la produzione ed aiutare gli agricoltori a superare i periodi difficili della siccità o di un improvviso mutamento del mercato. Nei villaggi sono stati istituiti fondi di rotazione destinati al credito per gli allevamenti degli ovini e per l'acquisto dei bovini (fig. 66), oltre che di materiale (carri, aratri,

motopompe). Altri fondi di rotazione vengono erogati per la produzione ed il commercio delle cipolle.

Sono state anche costituite riserve di cereali per garantire la sicurezza alimentare nell'intervallo fra i raccolti.



Figura 66. L'allevamento del bestiame ha ricevuto un impulso positivo dal progetto Keita (foto G. Tanda).

Il Progetto Keita ha permesso alle donne che sono state impegnate nelle attività lavorative di sentirsi valorizzate nel lavoro e nella società, tanto è vero che gli uomini stessi (che un tempo non concepivano l'idea che una donna potesse mantenere la famiglia col proprio lavoro) adesso si rivolgono a loro per chiedere prestiti, cosa di cui le donne vanno ovviamente orgogliose. Inoltre, migliorando le loro condizioni economiche è migliorata la qualità dell'assistenza, anche sanitaria, che sono in grado di dare ai figli. I corsi di formazione a cui hanno partecipato nel corso del progetto le hanno rese più emancipate e più colte, così che buona parte di loro sono decise a far proseguire gli studi ai loro figli fino all'università.

Questi sono risultati importantissimi in un ambiente dove molti bambini muoiono di malnutrizione e dove la maggior parte di essi lavora nei campi sin dalla prima infanzia, senza avere l'opportunità di studiare e di avere un futuro dignitoso.

La diga di Loudou è un esempio delle capacità da loro mostrate nei lavori agricoli: qui, con sola manodopera femminile, sono state effettuate piantagioni di alberi da frutta fra cui mango e palma da datteri, oltre a manioca e diverse colture ortive. Oggi l'attività è proseguita dagli uomini, che si occupano del raccolto, dell'irrigazione e della manutenzione delle parcelle, e che hanno

riconosciuto alle loro compagne il merito di aver reso possibile gran parte dei miglioramenti ottenuti. Grazie alla loro fatica e al loro spirito di iniziativa, infatti, anche gli uomini del villaggio che prima emigravano alla ricerca di lavoro, ora possono trattenervisi tutto l'anno. Come già detto, tutto questo è servito a dare alla donna una posizione sociale migliore e più gratificante.

Il progetto si è anche impegnato a fondo nell'istituzione di corsi per la promozione di metodi più sicuri ed igienici per immagazzinare, preparare e conservare gli alimenti dedicando attenzione particolare alla dietetica ed alla prevenzione. Le donne di Keita hanno mostrato particolare interesse per l'apertura dei centri per l'assistenza alle donne incinte ed alle madri dove hanno appreso come valutare e gestire la nutrizione della prole.

5.5.2. Infrastrutture e servizi

Le infrastrutture quali strade, pozzi, scuole, depositi e ambulatori costituiscono l'ossatura dello sviluppo rurale. Per uscire dal loro isolamento i villaggi devono essere collegati al resto del paese, perciò nell'ambito della pianificazione delle attività di progetto questo settore ha ricevuto particolare attenzione.

Per fronteggiare i bisogni quotidiani dei villaggi sono stati costruiti nuovi edifici, molti dei quali sono stati utilizzati come granai o come magazzini per ammassarvi gli attrezzi agricoli ma spesso accolgono anche mulini oppure negozi di prodotti alimentari o di artigianato locale. Il progetto ha realizzato presso i villaggi oltre 100 pozzi destinati all'utilizzo potabile, e 580 pozzi meno profondi (dotati di rivestimento realizzato con strutture prefabbricate di cemento) per le colture irrigue. Queste opere hanno permesso d'incrementare le coltivazioni fuori stagione e di introdurre nuove colture ad alto rendimento. Molti sforzi sono inoltre stati diretti a migliorare l'estrazione dell'acqua (diffusione delle motopompe).

Grazie alla costruzione degli ospedali è diminuita la mortalità infantile; inoltre sono aumentati i medicinali disponibili per il pronto intervento nei casi più gravi. La costruzione di nuove scuole ha aumentato il tasso di scolarizzazione, prima ridottissimo (oggi si aggira attorno al 30%). Purtroppo per far sì che l'alfabetizzazione aumenti sarebbe necessario costruire nuove scuole e dare un'adeguata manutenzione a quelle già costruite; sovente la povertà e l'urgenza di provvedere ai fabbisogni primari porta le famiglie, purtroppo, a servirsi dei bambini per il lavoro nei campi (fig. 67).



Figura 67. Bambini in età scolare che lavorano nei campi (foto S. Sechi).

5.6. Il futuro di Keita

Il progetto di sviluppo rurale del sud-ovest nigerino, iniziato nel maggio 1984, può essere assunto a modello di intervento per le zone aride. Ancora oggi è citato come esempio, in Africa e nel mondo, e sono molte le università che portano i propri studenti a vedere le opere realizzate nell'area di Keita.

I motivi del successo ottenuto, oltre che all'impegno, alle capacità e alla competenza fra gli altri del Dott. Renato Carucci a lungo coordinatore del progetto, si possono ricondurre all'applicazione sul campo delle tematiche che si sono poi affermate nella Conferenza di Rio de Janeiro del 1992: tutela ambientale e gestione sostenibile del territorio, approccio partecipativo e riconoscimento del ruolo della donna nella vita sociale, nei processi di sviluppo e nella gestione delle risorse naturali.

L'esperienza nigerina è la dimostrazione del fatto che è possibile ottenere ottimi risultati in termini produttivi anche con minime lavorazioni meccaniche; associando attività differenti come la gestione forestale, la pastorizia e l'agricoltura; riducendo di gran lunga l'apporto di concimi chimici e la quantità di irrigazione rispetto ai nostri standard; utilizzando varietà locali per i rimboschimento e facendo scelte motivate dal buon senso e dall'esperienza.

Lo sviluppo sostenibile di cui tanto si parla a livello internazionale può non essere un concetto astratto e utopistico, ma per attuarlo ci vuole una conoscenza approfondita delle problematiche ambientali ed anche e soprattutto di quelle socio-culturali del territorio. Le stesse attività di formazione, di scolarizzazione e di assistenza sanitaria non avrebbero avuto il successo che hanno avuto a Keita se non fossero state accompagnate dalla conoscenza delle reali necessità della popolazione e se non fossero state affiancate da attività produttive idonee a migliorare il tenore di vita locale.

Negli ultimi anni, per la riduzione della quantità dei fondi, non più comparabile a quella avuta a disposizione ad inizio progetto, l'azione della cooperazione italiana si è concentrata maggiormente sulla formazione della popolazione locale e sulla promozione di iniziative riguardanti la sanità.

E' stata così finanziata una nuova fase del progetto che avrà una durata di cinque anni. Nei primi due anni è prevista la presenza della cooperazione italiana e dell'ONG che è stata creata dalle donne del posto, mentre degli ultimi tre anni del progetto si occuperà la sola ONG. L'intento di questa fase è quello di formare e responsabilizzare la popolazione locale, coinvolgendola nella realizzazione delle nuove opere, che non saranno più di vaste dimensioni come in passato, ma interventi più puntuali. Si stabilirà una priorità negli interventi e tanto minore sarà l'importanza riconosciuta a un determinato intervento, tanto maggiore dovrà essere la partecipazione del privato in termini di ore di lavoro e di denaro da investire.

Dopo 20 anni di interventi infrastrutturali importanti, che hanno interessato una superficie di ben 500.000 ha, considerato l'imminente disimpegno della cooperazione italiana, che si verificherà entro due anni, si è data oggi la precedenza alle azioni di formazione della popolazione locale in modo che si renda autonoma e sia in grado di gestire autonomamente il proprio sviluppo e di salvaguardare le importanti opere che il progetto italiano ha realizzato in quella regione.

Il pericolo infatti è che le opere costruite, senza la necessaria e costante manutenzione, possano andare in rovina, vanificando gli sforzi finora sostenuti. Sarebbe opportuno fare una valutazione anche monetaria dei miglioramenti apportati sul territorio (sia economici che ambientali) per far capire ai donatori la convenienza complessiva dell'investimento ed incoraggiare gli investitori anche nel settore ambientale.

La continuità negli investimenti è oggi venuta a mancare, ma a livello locale sono state portate avanti attività (manuali) di protezione e manutenzione di ciò che si era già fatto. La gente del luogo che ha assistito alla rinascita produttiva del proprio territorio ha a cuore che non vadano persi i risultati positivi del progetto; inoltre non bisogna ignorare che gli agricoltori hanno capacità di innovazione e invenzione che andrebbero osservate e utilizzate per promuovere lo sviluppo. In

molti casi gli stessi contadini hanno potuto iniziare ad acquistare le terre degradate e sterili, ed hanno cercato di migliorarle e renderle produttive.

La ripetibilità del progetto è dimostrata da interventi analoghi svolti in altre zone del paese per iniziativa locale (che hanno dato risultati molto positivi), e dal fatto che l'allora Prefetto del Dipartimento di Tahoua, Mamadou Tandja (poi divenuto Presidente della Repubblica), alla conclusione del progetto ha proseguito di propria iniziativa le azioni sul territorio con ottimi risultati in termini di sviluppo economico e sociale; tutto ciò gli ha assicurato il 66% dei voti nella successiva rielezione, per la quale si è servito dello slogan che prometteva la prosecuzione dei lavori : “continueremo il cantiere”.



Figura 68. Master F-RIADE, Formazione alla Ricerca Integrata per l'Applicazione di Tecnologie e Processi Innovativi per La Lotta alla Desertificazione, viaggio studio in Tunisia e Niger (foto G. Ghiglieri)