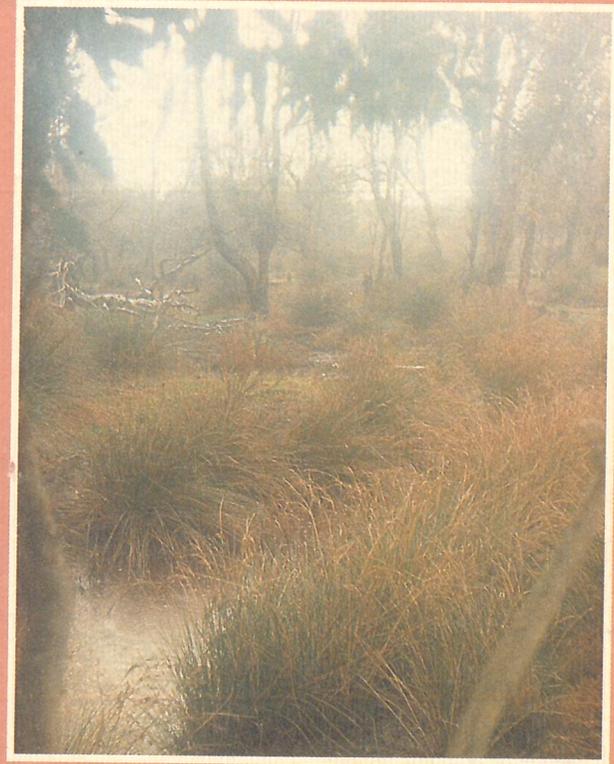


GEOGRAFIA E SOCIETÀ



Philippe e Geneviève Pinchemel

L'AMBIENTE NATURALE

Fondamenti di geografia fisica

2.3. "Regioni buone e cattive"

Queste osservazioni inducono a relativizzare le nozioni di buona e cattiva regione, di terre ricche o povere, e a mettere in guardia contro le affermazioni, pur comuni, sulle "vocazioni" regionali. A parte gli ambienti più "difficili", esistono soprattutto ambienti la cui valorizzazione è più costosa dal punto di vista delle società, delle imprese e delle tecniche del mondo sviluppato.

Gli ambienti che presentano più rischi per l'umanizzazione sono spesso i più ricercati: suoli fertili delle regioni vulcaniche, pianure alluvionali esposte alle inondazioni, assi della circolazione lungo i grandi fiumi a regime irregolare ecc. Arnold Toynbee (1975, p. 110) ha riflettuto sul ruolo di questi ambienti difficili, ed ha affermato che essi rappresentano uno stimolo a superarne le difficoltà, le sfide, con l'immaginazione, con la creatività sociale e tecnica: «lo stimolo offerto da un ambiente difficile è più forte di quello di un ambiente facile». Si tratta di un dibattito che rovescia in qualche modo il determinismo classico, ma anche di un dibattito che, invece delle dimostrazioni e delle critiche riduttive e semplificatrici che ha suscitato, invita alla moltiplicazione delle osservazioni e, soprattutto, alla constatazione della straordinaria diversità delle situazioni incontrate dalle società rispetto agli ambienti naturali da cui provengono.

Non è meno difficile distinguere nettamente fra ambienti ricchi e poveri. Certamente è possibile, dopo aver eseguito un inventario completo (ma fino a che punto?) delle sue risorse minerarie, valutare scientificamente il potenziale naturale di un ambiente, in base alla sua biomassa e al suo potenziale idrico, ma con quali prospettive economiche di investimento e con quali mezzi tecnici, con quali risorse umane e con quale certezza di non avere trascurato niente? Già nel 1937 Jules Sion scriveva: «La valorizzazione di un paese dipende dall'anima della sua popolazione. I differenti gruppi umani non la pensano allo stesso modo sulle ricchezze di un paese e sulle potenzialità che convenga sfruttare» (Sion, 1937, pp. 449-464).

3. Gli interventi delle società umane

L'umanizzazione degli ambienti naturali si manifesta e si analizza attraverso una straordinaria varietà di intenzioni, azioni, modalità ed effetti. Dietro questa diversità è possibile identificare alcuni punti fermi.

Da un lato, gli uomini sfruttano tutto ciò che nella natura può aiutarli a realizzare i propri fini; dall'altro, ogni volta che incontrano una difficoltà, un ostacolo, un fattore limitante, cercano di superarlo, sollevando la terra e l'acqua, deviando i fiumi, perforando le montagne, ecc.

Gli uomini intervengono per controllare tutto ciò che, mobile, instabile, rappresenta una minaccia, un pericolo. Fissano, racchiudono fra dighe, costruiscono massicciate. Si sforzano di eliminare tutto ciò che è discontinuità, frattura, variazione che non possono completamente padroneggiare. Collegano, uniformano, inventano sostituti artificiali in modo da attenuare, non potendo cancellare, la notte, la stagione secca, le magre, le piene, le maree ecc. Introducono la continuità delle produzioni, dell'accessibilità e così via.

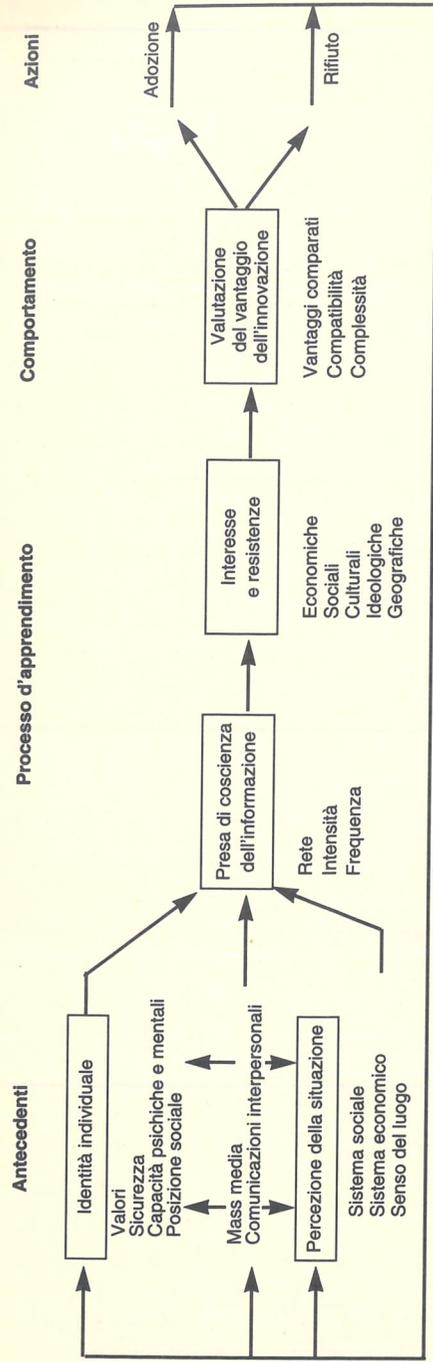
Gli uomini assoggettano la natura al loro spazio e al loro tempo, alle dimensioni e ai ritmi dell'uno e dell'altro. Localizzano, raggruppano, concentrano in funzione delle componenti del loro spazio. Forzano i ritmi dei loro ecosistemi in funzione del loro tempo. Intervengono negli scambi e nei flussi che garantiscono il funzionamento degli ecosistemi, sia che si tratti di apporti, di prelievi, di migrazioni o di trasferimenti.

Per realizzare questi fini, le società umane hanno fatto ricorso, fin dalle origini, alla tecnica: la storia della tecnica accompagna la storia dell'umanizzazione degli ambienti naturali. È evidente che le società contemporanee dispongono di strumenti e di macchine che permettono di intervenire in misura e con mezzi inimmaginabili ancora pochi decenni addietro. Ma l'umanizzazione della Terra testimonia ancora oggi l'applicazione millenaria di tecniche semplici, l'impiego di strumenti primitivi.

Ogni tecnica, ogni progresso tecnologico, ogni innovazione pone i problemi della sua genesi, o dei luoghi dove è comparsa per la prima volta, delle condizioni e dei processi della sua diffusione e della sua adozione. Questi problemi hanno attirato l'attenzione dei geografi negli anni '50, in seguito ai lavori di un pioniere in questo campo come T. Hägerstrand. La diffusione delle innovazioni è indissociabile dalle questioni dell'informazione e dell'apprendimento (figg. 4.2 e 4.4).

3.1. I prelievi

Dalla preistoria ai nostri giorni, gli ambienti naturali sono stati oggetto di prelievi senza restituzione, sia perché essa era impossibile,



«Alla base del modello di Hägerstrand sta la nozione di apprendimento. Nozione classica nell'analisi dei processi cognitivi e della percezione nell'infante, essa trova qui un campo d'applicazione estremamente ricco. Tutti gli stimoli dell'ambiente e i flussi dell'informazione partecipano alla comunicazione. Il ricevitore potenziale, in funzione di questa esposizione e delle sue caratteristiche personali, fa la sua scelta: adotta o rifiuta l'informazione ricevuta e la memorizza in una certa misura. Il processo viene esaminato in due fasi: la *disseminazione dell'informazione* e l'*adozione dell'innovazione*. In linea generale, la *distanza* da superare rappresenta il primo ostacolo alla disseminazione geografica. Poi non possiamo ignorare il *ruolo originale dell'ambiente geografico attraversato*, che T. Hägerstrand chiama *resistenza sociale* perché il messaggio deve superare parecchie barriere. *Resistenza economica* quando le condizioni economiche frenano o non permettono l'adozione. *Resistenza sociale* quando le formazioni sociali (valori, istituzioni ecc.) si oppongono all'innovazione. *Resistenza tecnica* quando il messaggio trasmesso non è decodificabile dal ricevente a causa dell'intensità, del vocabolario o della sua complessità. Il numero delle resistenze è sterminato, perché l'ambiente è tutt'altro che trasparente.

Secondo Rogers, è indispensabile distinguere fra comunicazioni interpersonali e mass media. Nella rete delle comunicazioni, gli individui sono nello stesso tempo trasmettitori e ricevitori. I primi sono coloro che hanno già adottato l'innovazione, gli altri potrebbero adottarla.

Dato che le comunicazioni avvengono nello spazio, si tratta di studiare le loro strutture, intensità e reti, in funzione della distanza. La probabilità d'adozione è più elevata in prossimità del focolaio dell'adozione e diminuisce col crescere della distanza. [Ma ha un ruolo importante] anche la *distanza sociale*. Più i legami spaziali, socio-economici, etnici, religiosi, familiari ecc. sono stretti, maggiore è la probabilità di adozione» (A. Baily e M. Beguin, 1982).

Da E. Rogers in A. Baily, M. Beguin, *Introduction à la géographie humaine*, Masson, 1982 (ediz. ital. Angeli, 1984).

Fig. 4.2 - Adozione di un'innovazione: lo schema di diffusione (secondo Hägerstrand e Rogers)

sia perché gli uomini non erano consapevoli della necessità di ricostituire la dotazione naturale, confidando in una natura generosa e inesauribile. Il termine *Raubwirtschaft* (economia di rapina) venne impiegato per la prima volta negli anni 1880 da Friedrich Ratzel.

La raccolta di frutti, cereali, funghi, foglie, piante medicinali, miele, la caccia e la pesca sono state le prime risorse, insieme con la pietra, la sabbia, il sale, l'ambra, la torba, il carbone di legna, lo stagno e il ferro. Col tempo, la gamma delle risorse minerarie ed energetiche si è notevolmente allargata. Il legname è l'elemento più rappresentativo di questi prelievi. Nel corso dei millenni è stato il materiale da costruzione e la fonte di energia più importante. Le case (muri, travi, impiantiti, mobili), le navi, i veicoli e i ponti, gli attrezzi e le macchine erano in tutto o in parte fatti di legno. Prima della scoperta del carbone minerale e fino alla metà del XIX secolo, il legname e il carbone di legna hanno alimentato focolari domestici, officine e fabbriche. Nel 1850 il 91% dell'energia consumata negli Stati Uniti veniva dal legname. Ancora oggi, il legname è il principale combustibile domestico delle popolazioni asiatiche, africane e di certe parti dell'America Latina: insomma, della maggior parte dei cittadini del Terzo Mondo. Si stima che la metà del legname abbattuto nel mondo sia destinato alla cottura dei cibi e al riscaldamento.

3.2. L'inserimento negli ecosistemi

Il secondo tipo d'intervento umano risponde a una percezione più elaborata delle possibilità e delle risorse degli ambienti naturali. Gli uomini utilizzano la produttività della biomassa inserendosi nel funzionamento della "fabbrica verde", sostituendo alla biomassa naturale una biomassa coltivata. Introducono i loro usi e le loro pratiche nei ritmi stagionali, nei cicli climatici, vegetativi e idrologici, senza che si possa ancora parlare di vera e propria artificializzazione.

L'intervento umano sugli ambienti naturali ha assunto forme elementari ma efficaci. Le tribù indiane dell'America settentrionale, costrette a seguire le migrazioni dei bisonti, ne deviavano la corsa con fuochi, per dirigerli verso trappole o verso balze a picco, da cui farli precipitare per impadronirsi delle carcasse. Contemporaneamente, quelle tribù delimitavano i propri territori con una fascia cuscinetto nella quale non si cacciava. Il nomadismo pastorale si è affrancato dagli itinerari naturali dei branchi.

L'agricoltura itinerante sul debbio è la forma di agricoltura più primitiva praticata dall'uomo. Adottata dai neolitici, che introdussero in Europa le piante coltivate, essa è ancora viva in gran parte del mondo tropicale umido. Si pratica a spese della foresta abbattuta e incendiata. Il fuoco lascia uno strato di ceneri che garantisce la fertilità del suolo per un certo tempo. In questo stadio, dunque, l'inserimento dell'uomo non è ancora definitivo; una volta esaurita la fertilità delle ceneri, l'uomo deve spostare le sue colture in altre radure ottenute con l'incendio, e la foresta rinasce e ricostituisce un ecosistema che è tanto meno modificato quanto più breve e meno frequente è stata la sosta dell'uomo in un medesimo luogo.

Con la messa a coltura, invece, gli uomini modificano radicalmente il funzionamento degli ecosistemi. L'azione agricola mira a concentrare la produttività di un ecosistema su una pianta scelta fra le tante, a raccogliarla e a mantenerne la produttività a un livello il più possibile costante ed elevato, grazie a sementi, fertilizzanti e pratiche agricole. Questo tipo di intervento viene detto *ecosistema ager* o *agrosistema*. L'agrosistema è un ecosistema troncato (M. Delpoux), un ecosistema esportatore (E. P. Odum). D'altra parte non esiste solo l'agricoltura; la messa a coltura è di vario tipo: silvicoltura, acquicoltura, piscicoltura, ecc.

L'agrosistema implica la soppressione dell'ecosistema mediante dissodamento della savana, della steppa, della prateria, della foresta, per creare i campi dell'agricoltura sedentaria. Gran parte delle terre agricole del mondo è stata strappata alla foresta. Il diboscamento e la sua espressione morfologica, la radura, hanno interrotto la continuità del manto forestale. Nell'Europa occidentale la presenza della foresta può essere considerata come residuale; nel resto del mondo la creazione di terre agricole avviene a spese della foresta.

Il campo, che alle origini o con gli inserimenti elementari negli ecosistemi è soltanto una superficie dissodata, diventa nelle società contadine e nelle agricolture moderne una vera costruzione artificiale. I cinesi hanno un'espressione molto significativa – *lavori di infrastruttura dei campi* – per indicare i lavori del trasporto di terra, dello spianamento, della costruzione di terrazze e dighe, e dell'escavazione dei canali.

Nel quadro dell'agrosistema, gli uomini hanno selezionato le specie animali e vegetali a partire da un patrimonio considerevole di specie naturali. Si contano 600 piante coltivate e 43 specie animali domesticate. Dopo la rivoluzione neolitica che ha visto la domesticazione delle specie vegetali, meno dell'uno per cento di specie nuove (a parte le

piante ornamentali) è stato domesticato: fra queste citiamo l'hevea (l'albero del caucciù), la palma da olio e l'albero del caffè.

Gli uomini hanno adattato le loro pratiche colturali alle variazioni climatiche e idrologiche stagionali: in India, coltura *kharif* del monsone piovoso, in estate, e coltura *rabi* della stagione secca, in inverno; nelle grandi vallate sahelo-sudanesi dell'Africa o nei letti dei fiumi del "Nordeste" brasiliano, colture di protezione, colture di piena (riso), colture di magra dopo il ritiro delle acque.

Uno dei più grossi problemi da risolvere è quello della conservazione e della ricostituzione della fertilità del suolo, che può essere realizzata:

- mediante periodi di riposo della terra (maggese), durante i quali si ricostituiscono le riserve di fertilità. La durata del maggese può arrivare anche a 10-15 anni. Si calcola che 200 milioni di persone praticino una coltura itinerante con maggese lungo, su 36 milioni di km² di foreste tropicali;
- mediante avvicendamento, che mira a garantire un equilibrio nell'utilizzazione della fertilità del suolo, grazie alla rotazione sul medesimo campo di piante che non hanno le medesime necessità e le medesime qualità: colture che sporcano o che esauriscono i suoli, che li fertilizzano (leguminose), che li puliscono (piante sarchiate);
- mediante apporto di concimi naturali: fertilizzanti vegetali, marini (alghe), organici (rifiuti, concimi animali), pascolo di animali sui campi dopo il raccolto, incendio delle stoppie;
- mediante apporto di sostanze minerali naturali: calce, fosfati, nitrati (guano), potassio.

Spesso i suoli vengono rinnovati e fertilizzati per l'intermediazione delle piene canalizzate, cariche di limo e fanghi.

3.3. Le artificializzazioni

Gli uomini non potevano – e non possono – contentarsi di un semplice inserimento negli ecosistemi, sia pure con lo sfruttamento ingegnoso delle loro caratteristiche e dei loro ritmi. Inventiva e creativa, l'intelligenza umana modifica i caratteri degli ambienti naturali artificializzandoli. Si ha artificializzazione quando le società introducono nei cicli naturali prodotti esterni, quando fanno ricorso a procedure che modificano il funzionamento dell'ambiente. Queste artificializzazioni, alcune delle quali sono comparse in epoche molto antiche, non hanno cessato

di amplificare e influire su una parte crescente delle componenti naturali, secondo i bisogni e i mezzi degli uomini. Esse riguardano tutti gli aspetti dell'umanizzazione.

3.3.1. L'artificializzazione agronomica

Gli uomini hanno sempre cercato di migliorare le specie vegetali e animali intervenendo sui caratteri genetici per selezionare le specie o per crearne di nuove (ibridazione, vernalizzazione³), allo scopo di adattarle a difficili condizioni ambientali e/o di aumentarne le rese. L'espansione del frumento nelle grandi pianure dell'America settentrionale è dovuta alla creazione di nuove razze. Alla metà del XIX secolo, un agricoltore dell'Ontario, David Fife (1804-1877), ottenne una varietà di grano duro primaverile, di buona qualità e resistente alle basse temperature: il *red fife*. La prima spedizione di grano dall'Ovest partì da Winnipeg nell'ottobre del 1876. Nel 1904 i due fratelli Saunders ottennero dall'incrocio del *red fife* il grano *Marquis*, caratterizzato da una maturazione precoce. Negli anni '30 si cominciarono a creare negli Stati Uniti gli ibridi di mais (oggi se ne conoscono 8500 varietà). In un secolo, l'agrobiologia e la biotecnologia hanno sconvolto la produzione delle specie animali e vegetali.

Questo settore si sta rivelando ricco di prospettive: creazione di individui biologici artificiali attraverso l'ibridazione cellulare, la clonazione⁴; ricerche intese a permettere alle colture di riprodurre i propri fertilizzanti mediante il prelievo diretto dall'atmosfera (si trasferisce ad altre piante, per esempio, la capacità che hanno le leguminose di fissare l'azoto atmosferico); impiego di tecniche di irradiazione per sterilizzare gli insetti nocivi (mosca tse-tse) o per produrre varietà di piante resistenti alle infezioni crittogamiche. In India, una nuova varietà di miglio, reso resistente alle infestazioni mediante l'irradiazione, salva ogni anno circa 3 milioni di tonnellate di raccolto. Un altro settore riguarda la sem-

3. Si dice ibridazione l'incrocio fra due varietà o due razze di una medesima specie, o fra due specie differenti. Si dice vernalizzazione il trattamento delle piante con le basse temperature; si applica al seme germinante, previamente inumidito e interrato, quando sono spuntate le prime radici: questa pratica conferisce alla pianta, dopo una semina primaverile, la capacità di fruttificare nell'annata stessa invece che nell'annata successiva.

4. Clonazione: in genetica, la riproduzione agamica, naturale o artificiale, di individui, cellule o geni, tutti uguali.

plificazione dei lavori agricoli: una nuova varietà di barbabietola non ha bisogno del diradamento. Queste sono soltanto alcune delle vie aperte alla ricerca scientifica applicata all'agricoltura, che sta registrando grossi progressi. Parallelamente, gli uomini hanno ingaggiato una lotta incessante contro i nemici dei raccolti. Per combattere le piante selvatiche, gli insetti, le malattie crittogamiche, hanno inventato tutta una gamma di tecniche e di mezzi chimici: prodotti sistemici che agiscono selettivamente, erbicidi, insetticidi, fungicidi, ecc.

I risultati si misurano in rese agricole che erano inimmaginabili soltanto trent'anni fa. In Francia, ad esempio, la resa media del grano per ettaro è stata nel 1984 di 64,5 quintali, contro i 44 q del 1976, i 15,6 q del 1935. Questi progressi si distribuiscono inegualmente nel mondo: riguardano soprattutto l'agricoltura delle regioni temperate, dove sono localizzati i laboratori e i centri di ricerca. La loro introduzione è più recente nelle regioni intertropicali, per ragioni economiche (colture da esportazione anteposte alle colture per il mercato interno, mancanza di capitali) e per ragioni sociali (inerzia delle pratiche agricole e resistenza delle mentalità).

3.3.2. L'artificializzazione dei suoli

Gli uomini hanno rapidamente trovato i modi per emendare i suoli senza attendere l'opera della natura.

L'eccesso di umidità dei suoli viene combattuto:

- con pratiche agricole superficiali. L'aratura a porche solleva la terra fra solchi profondi che agevolano il drenaggio, conquistando all'agricoltura le terre umide con sottosuolo molto impermeabile;
- con le reti di drenaggio. Le acque vengono raccolte e incanalate, o in superficie (in fossi a cielo aperto che limitano le parcelle), o in profondità (con condotte sotterranee). I sistemi di drenaggio attirano l'attenzione meno di quelli d'irrigazione, ma non sono meno importanti e meno diffusi.

Nelle regioni asciutte è necessario ridurre l'evaporazione dell'acqua e il prosciugamento del suolo con pratiche colturali come la sarchiatura "che vale due volte l'irrigazione". Il *dry farming* (aridocoltura), di cui si trovano esempi anche nelle antiche civiltà, è un maggese arato. Si mantiene il suolo mobile in superficie per agevolare la penetrazione delle acque. L'anno successivo, la coltura potrà utilizzare questa riserva insie-

me con quella delle piogge dell'anno. Questa pratica, sostenuta dalla motorizzazione, ha permesso di coltivare le zone asciutte delle praterie americane e quelle di altre regioni del mondo che hanno analoghe condizioni climatiche.

A un livello ancora più spinto di artificializzazione troviamo l'agricoltura senza suolo, praticata cioè su un substrato poroso (ad es. torba), nel quale si sviluppano le radici delle piante coltivate, alimentate con un sistema di gocciolamento che trasporta le sostanze nutritive. Questi processi, tuttora in corso di studio e di perfezionamento, mirano ad ottenere nuove specie vegetali nelle colture orticole e floreali in serra (coltura idroponica, o idrocoltura).

Le pratiche colturali alterano profondamente i suoli e i loro orizzonti. La terra arabile sostituisce il suolo in una misura che varia secondo i sistemi colturali. L'aratura smuove la terra e lascia dei vuoti fra le zolle che permettono la circolazione dell'aria e dell'acqua. Più l'aratura è profonda, maggiore è la mescolanza dei diversi orizzonti pedologici.

3.3.3. L'artificializzazione idraulica

Sulla Terra non esiste oggi un centimetro cubo d'acqua in più di quella esistente alla comparsa dell'uomo. L'umanità in crescita deve quindi contentarsi dell'acqua che può attingere in un qualche momento del ciclo idrologico. La capacità di aumentare le quantità d'acqua disponibili dipende unicamente dalle innovazioni tecniche: dissalazione delle acque marine; utilizzazione più efficiente (con minori perdite) nei sistemi di distribuzione e di irrigazione; riciclaggio, ecc.

Il fabbisogno idrico aumenta con la crescita demografica e con l'aumento delle terre da irrigare e dei consumi industriali e urbani. La domanda mondiale *media* di acqua dolce viene stimata in 500 m³ pro capite l'anno. Dato che l'acqua è polimorfa e mobile, scorre in rigagnoli, fiumi e canali, in superficie e in profondità, gli uomini hanno dovuto immaginare i sistemi di raccolta più vari e più originali. Le più antiche civiltà si adoperarono in ogni modo per raccogliere e conservare le acque in pozzi e cisterne. Karl Wittvogel ha chiamato *civiltà idrauliche* le grandi civiltà dell'antichità (Mesopotamia, Cina settentrionale, Iran, Egitto), organizzate intorno all'uso razionale e pianificato dell'acqua.

Nel XII secolo, il re dello Sri Lanka (Ceylon) Parakramabahu I scriveva: «Non una sola goccia che cade su questa isola deve perdersi

nell'oceano prima di essere stata utilizzata dall'uomo». A lui si attribuisce la costruzione di 103 grandi bacini artificiali, 2617 bacini minori e 3910 canali di irrigazione. Dal X al XIII secolo la civiltà di Angkor si è sviluppata grazie a un'organizzazione idraulica che permetteva tre raccolti di riso l'anno.

Le operazioni idrauliche sono le più varie. A monte delle tecniche di irrigazione, le cui modalità e la cui sofisticazione sembrano non conoscere limiti, i problemi più ardui sono quelli della raccolta e della conservazione dell'acqua. Le soluzioni riguardano:

a) *Le acque superficiali*

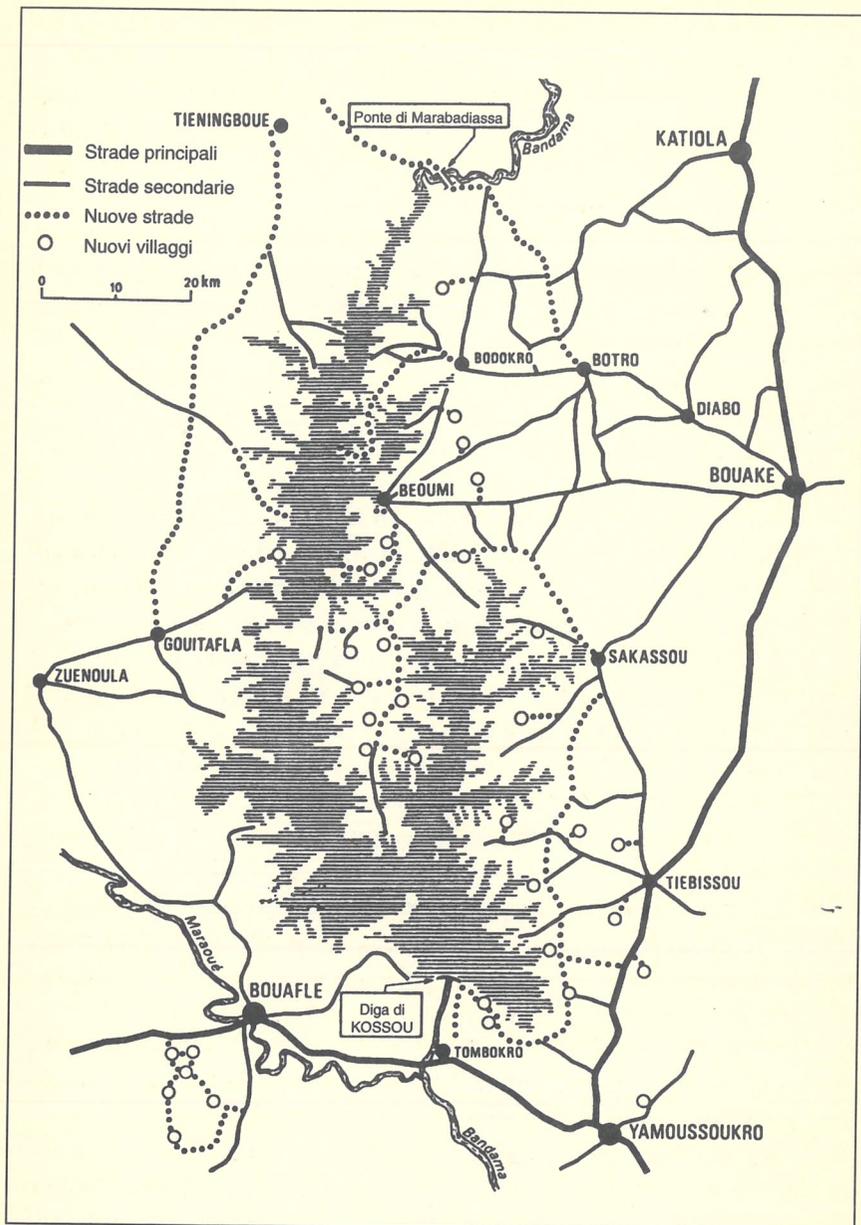
I metodi di raccolta e conservazione dell'acqua sono numerosi. Uno dei più semplici è la costruzione di minuscoli canali che seguono le curve di livello di un versante e dirigono le acque verso altri canali perpendicolari che la trasportano a valle. In India, si hanno piccoli bacini formati per sbarramento di una valle mediante una diga che conserva l'acqua di pioggia del monzone, la quale viene ridistribuita per irrigare le terre a valle. La stessa tecnica si ritrova in parecchi altri paesi (compresa l'Italia). Oggi si procede anche a impermeabilizzare la superficie del suolo e il fondo dei canali e dei bacini di raccolta mediante sostanze impermeabili: pellicole plastiche, asfalto, siliceni, ecc.

Le grandi dighe di oggi permettono il controllo delle acque a ben altre scale (diga di Kossou in Costa d'Avorio; v. fig. 4.3). Più di 30.000 grandi dighe sbarrano il corso della maggior parte dei fiumi del mondo. I progressi tecnici danno loro dimensioni e capacità di raccolta davvero gigantesche. Le loro funzioni sono molteplici: distribuzione dell'acqua, irrigazione, regolarizzazione delle portate, idroelettricità, turismo, sport nautici, ecc.

b) *Le acque sotterranee*

Si sfruttano le falde acquifere:

- con normali pozzi e con pozzi artesiani (noti fin dall'antichità). La prospezione petrolifera ha rivelato l'esistenza di falde acquifere prima d'ora sconosciute. Nel 1978, nel deserto di Sarir, 500 km a sud di Bengasi, sono state scoperte falde fossili a 300 metri di profondità. Grazie a questa scoperta, è stata programmata una valorizzazione agricola della zona della durata di 20 anni;
- con gallerie sotterranee: *khattara* in Marocco, *foggara* nelle oasi del Sahara, *qanat* e *kariz* in Iran. Si tratta di lunghe canalizzazioni sotter-



I limiti dell'area sommersa rivelano l'organizzazione idrografica. Importanza della risistemazione dei centri e delle strade.

Istituto di geografia tropicale dell'Università di Abidjjan.

Fig. 4.3 – La diga di Kossou

raanee, delle quali è possibile ricostruire il percorso seguendo l'allineamento dei pozzi aperti per l'escavazione dei canali e per la successiva manutenzione. Partono dalle zone pedemontane e dalle falde sotterranee degli uadi e portano l'acqua alle terre da irrigare. La profondità del pozzo principale a monte varia da pochi metri a 100-150 metri; la lunghezza raggiunge parecchi chilometri (figg. 4.4 e 4.5).

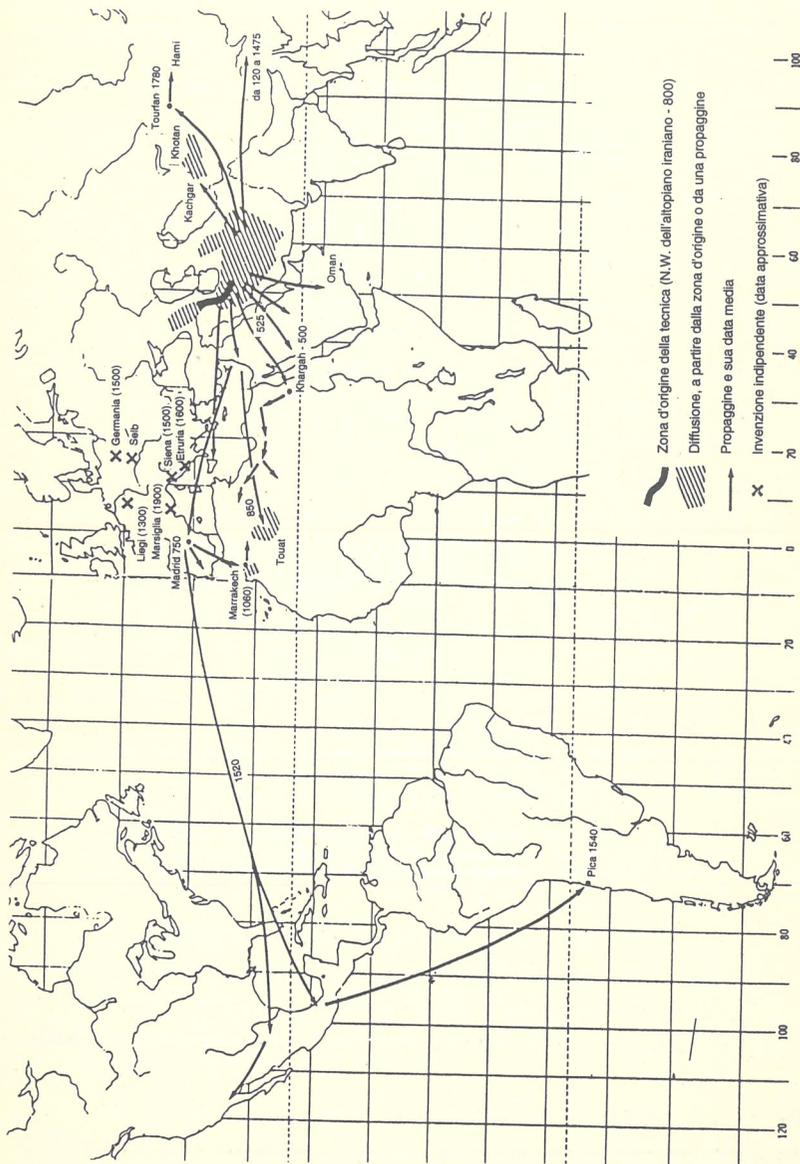
Per attingere l'acqua, sollevarla e distribuirla, gli uomini hanno inventato un'ampia gamma di congegni e macchine: bilanciere, vite di Archimede, ruota a ingranaggio, noria, molino a vento, pompa ecc. Le pompe che utilizzano l'energia eolica hanno aperto vaste distese alla colonizzazione (in particolare all'allevamento estensivo) in regioni povere di acqua di superficie per tutto l'anno. La pompa eolica a pale multiple è stata inventata negli Stati Uniti nel 1854 e prodotta industrialmente a partire dal 1889.

L'irrigazione è una delle finalità essenziali della raccolta delle acque. Il perfezionamento delle tecniche d'irrigazione permette un'utilizzazione più efficiente dell'acqua. In Israele, l'80% dell'acqua utilizzata per l'irrigazione va effettivamente al suolo, contro il 50% degli Stati Uniti e il 25% dell'India. La tecnica di irrigazione per gocciolamento irriga le piante una per una, consentendo di ridurre a un terzo il consumo di acqua. La superficie delle terre irrigue è notevole. In dieci anni (1970-80), l'India ha aumentato di 30 milioni di ettari la sua superficie irrigua (che è passata a 40 milioni di ettari su 140 milioni di superficie agraria). Il bacino dell'Indo vanta la più vasta rete d'irrigazione del mondo: 65.000 km di canali.

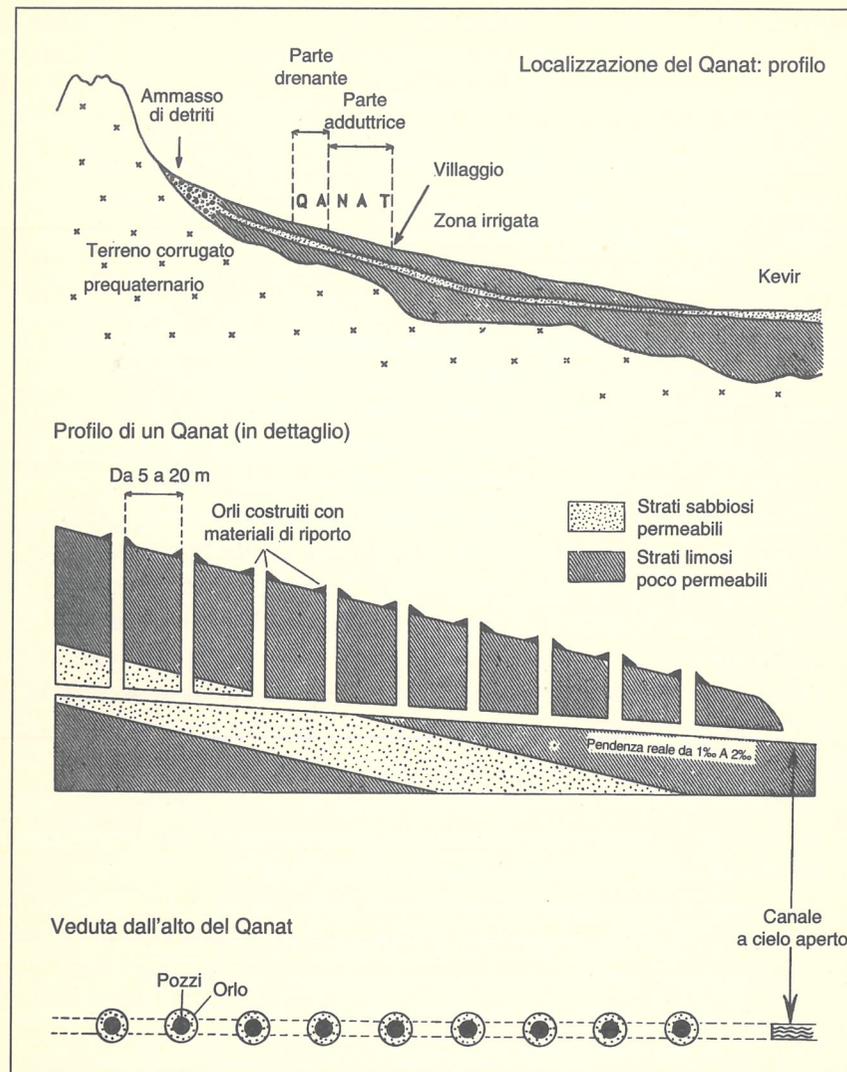
L'irrigazione ha varcato i limiti delle zone climatiche in cui serviva a superare le difficoltà della stagione asciutta: oggi anche nei Paesi Bassi esistono 125.000 ha di terre irrigue. Dall'aereo è possibile osservare i medesimi impianti di irrigazione a pioggia nel deserto libico, nelle grandi pianure dell'Ovest degli Stati Uniti e nella stessa Europa temperata. Nel primo caso, si parla di *irrigazione necessaria*, nel secondo di *irrigazione utile*, perché aumenta le rese.

Il controllo delle acque è necessario anche per soddisfare i consumi domestici e il fabbisogno delle attività economiche. Acquedotti, serbatoi, laghi artificiali, condotte sotterranee conservano e distribuiscono l'acqua. Nel corso dei secoli, le reti si sono allungate, infittite e perfezionate.

Non meno importante è il controllo delle piene e delle inondazioni. L'arginamento dei fiumi non elimina completamente il pericolo di eson-



H. Goblot, *Les qanats*, tesi, 1979.
 Fig. 4.4 – La diffusione della tecnica dei qanat



H. Goblot, *Les qanats*, tesi, 1979.
 Fig. 4.5 – Profilo e veduta zenitale di un qanat

dazioni rovinose. È per questo motivo che si creano scolmatori naturali o artificiali (canali, depressioni, bacini) a cui avviare le acque di piena. Altre soluzioni riguardano le zone a monte: costruzione di piccole dighe di sbarramento, rimboschimento, opere intese a ridurre l'erosione per stabilizzare i pendii. La *Tennessee Valley Authority*, negli Stati Uniti, e

la *Jordan Valley Authority*, in Giordania, sono due noti esempi di organizzazione integrata dei sistemi idrografici.

3.3.4. L'artificializzazione della topografia

Quando raggiungono certi valori, le pendenze sono l'elemento dell'ambiente naturale che si oppone con maggior forza alla messa a coltura, alla creazione delle reti di circolazione e alle costruzioni in genere. Chi dice pendenza dice gravità, discesa di terra, rischio di frane e di smottamenti, dice difficoltà e lentezza degli spostamenti, difficoltà d'impiego delle macchine. E quindi le società umane livellano, spianano, terrazzano, anche quando hanno a disposizione soltanto le braccia.

Le terrazze agrarie, anche irrigate, sono il segnale più comune dell'artificializzazione dei pendii. In tutti i continenti si osservano queste straordinarie sistemazioni che hanno trasformato per centinaia di metri di dislivello i versanti di montagne e colline, e per chilometri il fondo delle valli: scalinate di migliaia di gradini, lavori giganteschi di livellamento, di costruzione di muri, associati a minuziosi lavori idraulici. Le terrazze agrarie sono costruzioni molto elaborate. Il fondo spianato della terrazza è sostenuto da muretti, che il più delle volte sono a secco. Questi muri debbono essere porosi, debbono lasciar passare l'acqua d'infiltrazione sotterranea, per impedire che tutto crolli. Quando questi muretti si impermeabilizzano per mancanza di manutenzione, si aprono fenditure da cui possono passare colate di fango.

L'artificializzazione delle pendenze interessa anche le reti della circolazione. La banchina fluviale o marittima che permette l'attracco dei battelli ha rimpiazzato l'argine, il greto del fiume o la spiaggia. Al fianco delle strade, il cui tracciato è stato rettificato e livellato, i pendii sono terrazzati, rimboscati, protetti da muraglie.

Più ambiziosa ma anche più minuziosa è stata la rielaborazione del rilievo in Italia, a partire dalla metà del XIX secolo. In una topografia degradata dallo scorrimento disordinato delle acque, la loro forza è stata sfruttata per «rimodellare il profilo collinare più scosceso, per deprimere creste e mammelloni e per colmar burroni con le torbide provenienti dai terreni sovrastanti» (E. Sereni, 1961, p. 292). Lo scopo è di «fare di queste montagne e valloni ciò che un uomo industriale fa di una massa di mota. Egli ne cava fuori un vaso, una testa, un leone, ed ora toglie, ora aggiunge, ora cancella secondo gli detta il genio» (Ridolfi, cit. da E. Sereni, 1961 p. 291).

La creazione di rilievi artificiali è un altro aspetto della trasformazione della topografia. In Frisia, prima dell'inizio della nostra era, gli uomini proteggevano le case dalle inondazioni innalzando terrapieni. Le più antiche opere di difesa dalle piene della Loira non sono dighe, ma dossi artificiali sui quali si costruivano le abitazioni. Nel Medioevo si costruivano collinette artificiali spesso circondate da fossati. Comparvero per la prima volta nelle terre basse e umide poste fra la Loira e il Reno, e poi, a partire dalla seconda metà del X secolo, si sono diffuse per tutta l'Europa.

Gli uomini sono anche particolarmente sensibili alle forme del rilievo che mutano rapidamente, e quindi sono pericolose per le loro opere e per la loro vita. Essi ne contrastano le azioni dinamiche fissando le dune e stabilizzando i fiumi, lottando contro l'arretramento delle falesie, l'erosione delle spiagge, la chiusura dei cordoni litoranei, nonché modificando il profilo dei torrenti.

3.3.5. L'artificializzazione dei tracciati

Gli ostacoli frapposti agli spostamenti e alle relazioni sono quelli che stimolano di più le iniziative e l'immaginazione, tanto è importante vincere l'attrito della distanza, ridurre la durata dei percorsi e avvicinare artificialmente ciò che la natura ha allontanato. Qui non parleremo dell'evoluzione dei mezzi di trasporto ma dei tracciati.

Il ponte, il semplice ponte in pietra che attraversa il torrente nel fondovalle, è già una mirabile creazione, un segno del superamento dei vincoli ambientali. Da questo semplice ponte al viadotto autostradale, altissimo sul fondovalle, sta tutta un'epopea, una conquista progressiva della topografia che si misura dall'altezza dei piloni, dalla lunghezza delle arcate, dalla profondità delle fondamenta, dalla lunghezza dei tunnel.

Gli uomini sistemano le vie naturali. Approfondiscono il letto dei fiumi, dragano gli estuari, scavano e mantengono i canali di accesso nella rete dei bracci di un delta. Rettificano il tracciato dei fiumi, tagliano i meandri, evitano le sinuosità con canali laterali. Creano nuovi tracciati con canali che collegano più corsi fluviali, superano gli spartiacque con trafori e chiuse. Scavano bacini portuali e costruiscono avamposti, neutralizzano gli effetti della marea con i *docks*. Gli uomini "modificano" il contorno delle terre e dei mari, tagliano gli istmi continentali, gettano ponti e scavano tunnel sottomarini per collegare le isole al conti-

nente o le isole fra di loro. Creano continuità dove prima era interruzione e necessità di trasbordo.

3.3.6. L'artificializzazione climatica

Agire sugli elementi del clima, controllare gli eventi climatici, è sempre stato un obiettivo importante ma anche una grossa sfida. Nascono di qui le iniziative intese a creare la pioggia e la neve, provocando la condensazione del vapore d'acqua delle nubi, ad evitare le grandinate con appositi "cannoni", a deviare tifoni e uragani⁵.

Per secoli è stato possibile intervenire soltanto indirettamente nei confronti del clima, proteggendosi dal vento con siepi, dalle temperature eccessive con coperture naturali (alberi, pergolati) o artificiali. Paradossalmente, è stato più facile arrivare all'artificializzazione completa del clima. Le tecniche di creazione di climi artificiali riguardano volumi molto ridotti, ma la loro diffusione e la loro moltiplicazione sono continue. Alludiamo ai microclimi artificiali delle serre, che possono avere anche una superficie di parecchi ettari, e alla climatizzazione. Nel 1947 S.F. Markham scrisse che l'aria condizionata sarebbe stata giudicata come il maggior contributo di questo secolo alla civiltà. Gli europei occidentali, che vivono in climi temperati, non possono valutare appieno l'importanza della climatizzazione. È nata e si è sviluppata negli Stati Uniti, dove le condizioni climatiche sono difficili per le popolazioni di origine europea. Lo slittamento del baricentro economico e di quello demografico verso gli stati del *Sunbelt* è legato alla climatizzazione.

3.4. La creazione di terre e di ambienti artificiali

Niente può esprimere la potenza prometeica degli uomini meglio della loro capacità di costruire in modo del tutto artificiale una terra e di creare campagne e città là dove prima erano stagni, laghi, mare. Per arrivare a questi risultati si è fatto ricorso a parecchie tecniche: colmata, prosciugamento, polderizzazione.

5. Nel 1975 l'Organizzazione meteorologica mondiale ha avviato un progetto di studio sull'aumento delle precipitazioni, ma lo ha abbandonato nel 1983. Non hanno avuto esito nemmeno alcuni progetti di creazione di mari interni artificiali allo scopo di mitigare le condizioni climatiche di certe regioni della Siberia.

La tecnica della colmata è la più semplice. Mira ad innalzare le terre per sottrarle alle acque. In Toscana, già nel XVIII secolo si applicò una tecnica che era stata elaborata e applicata da Leonardo da Vinci: la colmata di pianura. Si sfrutta la forza delle piene per recuperare le bassure, inondate o paludose, dirigendovi le acque limacciose e cariche di depositi solidi, in modo da innalzare il livello per sedimentazione.

La creazione di nuove terre per colmata interessa soprattutto le cime costiere, quando non offrono abbastanza superfici piane su cui costruire impianti industriali, portuali e nuovi quartieri urbani. Golfi, baie ed estuari poco profondi sono i siti di elezione per queste creazioni artificiali.

Da questo punto di vista è esemplare il Giappone, povero di pianure e sovrappopolato. La creazione di nuovi quartieri urbani e l'ampliamento delle aree portuali sono stati spesso possibili solo grazie alla costruzione di generazioni di colmate e di isole artificiali. Nel 1984, il 54% del litorale giapponese era praticamente artificiale, in seguito a colmata o a costruzione di dighe. Fra il 1978 e il 1984 la linea di costa giapponese è aumentata di 300 km. Esiste addirittura un progetto di colmata dell'intera baia di Tokyo. In un secolo, la baia di San Francisco ha perduto, per colmata, il 40% dei suoi 1760 km².

Sulle rive dell'Oceano Artico, nel Mare di Beaufort, lo sfruttamento dei giacimenti petroliferi ha posto problemi molto difficili. Le piattaforme di trivellazione debbono restare stabili in condizioni climatiche proibitive (basse temperature, venti impetuosi, notte polare) e in balia della deriva dei ghiacci della banchisa. La soluzione è stata di costruire isole artificiali capaci di resistere alla spinta dei ghiacci: si tratta di isole di sabbia costruite dragando le sabbie del fondo e riversandole in recinti, oppure di isole di ghiaccio in acqua poco profonda e relativamente riparata.

Il prosciugamento mediante dighe, colmata e drenaggio è specifico di certe regioni: delta, terre soggette a maree di grande ampiezza, paludi interne e costiere, lagune e laghi, pianure alluvionali e costiere inondabili.

I secoli hanno visto una lunga conquista: Mesopotamia, Mediterraneo orientale, Italia, dove gli etruschi hanno colonizzato il delta del Po, le Maremme e la valle del Tevere.

Nell'Europa settentrionale, sulle rive anfibie del Mare del Nord, il lavoro incessante degli uomini ha difeso le terre contro il mare e ne ha conquistate di nuove. Creazione dei contadini, degli ordini monastici, dei nobili, degli imprenditori borghesi, del potere centrale, con l'aiuto di

materiali, strumenti e tecniche molto semplici – vimini, zolle erbose, pietra, argilla, vanga e mulino a vento – e poi di macchine che le hanno sostituite senza eliminarle, i polder, impresa ancestrale degli olandesi, sono l'archetipo della costruzione di ambienti terrestri da parte degli uomini. Un polder è un territorio strappato alle acque, circondato da dighe che lo proteggono dalle acque esterne, di mare e di fiume. Le acque interne (piogge, infiltrazioni) vengono scaricate all'esterno mediante un sistema di canali indipendente dalla rete idrografica normale. Una gran parte del territorio dei Paesi Bassi è stato conquistato grazie alla polderizzazione: polder per prosciugamento mediante pompe; polder ottenuti costruendo dighe lungo la costa e lungo le rive degli estuari; giganteschi lavori di sistemazione dello Ijssel Meer (fig. 4.6).

L'artificializzazione è ovviamente differente nei deserti, dove si creano campagne in regioni totalmente aride. Le prime tecniche sono state messe a punto negli anni '60 in Arizona.

Un'altra forma di artificializzazione riguarda le aree urbane create a partire da terre agricole, dopo una serie di sistemazioni e lottizzazioni e dopo la creazione delle reti viarie. Tutto ciò che riguarda le condizioni naturali è stato modificato: per esempio il deflusso di superficie e sotterraneo è stato scaricato in parte attraverso canali artificiali. L'artificializzazione legata all'urbanizzazione è particolarmente intensa negli ambienti umidi dai suoli instabili. Per urbanizzare una risaia è necessario colmare il terreno dopo averlo racchiuso con un muro di cemento armato, risistemare la vecchia rete di drenaggio e di irrigazione, e infine allacciarlo a una rete viaria.

Il massimo dell'artificializzazione si ha quando si dissimula la realtà dell'azione umana ricostruendo un ambiente naturale artefatto, che sostituisce l'ambiente naturale reale. Il cerchio si chiude con quei veri e propri microcosmi che sono i paesaggi artificiali dei parchi all'inglese, i paesaggi totalmente ricostruiti in miniatura dei giardini giapponesi, e le spiagge tropicali o i pendii innevati costruiti sotto enormi cupole di vetro.

3.5. Gli abbandoni

L'umanizzazione degli ambienti umani non è irreversibile: gli uomini possono abbandonare le terre che hanno occupato. È accaduto in ogni epoca che zone popolate abbiano perduto i loro abitanti. Le spiegazioni



In grigio le zone boscate.

Il Flevoland, dodicesima provincia dei Paesi Bassi (capoluogo Lelystad), è stata istituita il 1° gennaio 1986.

Fig. 4.6. – La provincia di Flevoland

di questi abbandoni sono complesse, dipendono da intrecci di causalità difficili da districare. In certi casi sono cambiate le condizioni naturali in seguito a modificazioni climatiche e biogeografiche. Questi abbandoni si osservano frequentemente negli ambienti naturali con fattori limitanti, i più sensibili. Parecchie civiltà agrarie e agropastorali sono scomparse: si pensi, ad esempio, alle civiltà amerindie dei llanos venezuelani

(regione di Barinas) e delle savane messicane, o a quelle delle regioni del Sahel. Le invasioni e le conquiste hanno spesso provocato abbandono e sostituzione delle vecchie organizzazioni sociali e territoriali con nuove organizzazioni o con il degrado della regione. Nell'Assam, la distruzione ad opera dei birmani dell'Impero Thay-Ahom, fiorito tra il XII e il XVIII secolo, rovinò la regione e la rese insalubre.

In altre situazioni sono responsabili le società umane, non più capaci di mantenere il controllo delle condizioni fisiche, perché non curano più i sistemi idraulici e le sistemazioni dei pendii e/o non rispettano più le regole comunitarie delle pratiche agrarie o pastorali. Le Paludi pontine, prosciugate dai volsci al tempo degli etruschi, furono trascurate dai romani e, infestate dalla malaria, dovettero attendere le bonifiche degli anni 1930.

Ma il degrado può arrivare anche senza modifica delle condizioni fisiche e senza l'abbandono delle società umane. È l'evoluzione demografica, sociale, tecnica che provoca il degrado di regioni più o meno vaste, in seguito a spopolamento, abbandono delle terre giudicate meno fertili o impoverite da uno sfruttamento eccessivo, o degli ambienti percepiti come difficili, poco remunerativi.

In ogni parte del mondo le associazioni di ambienti naturali provocano abbandoni differenziati. In montagna, le zone più elevate sono le prime ad essere abbandonate; le greggi non risalgono più negli alpeggi, i luoghi più alti vengono abbandonati, non si taglia più il fieno sui prati più ripidi e meno accessibili.

I rapporti fra l'uomo e le foreste non si riducono certo alla storia dei disboscamenti e della sostituzione del manto forestale con le colture: comprendono anche la storia degli arretramenti dell'occupazione umana, della contrazione degli spazi umanizzati. In alcune foreste francesi si incontrano rovine che testimoniano l'abbandono di aree prima occupate. Ancora più numerosi sono i resti di muretti a secco in aree un tempo coltivate e oggi riconquistate dalla vegetazione spontanea.

Un caso particolare è quello della riduzione volontaria delle terre coltivate imposta dalla sovrapproduzione o da una crisi del mercato (Stati Uniti). In tutte le situazioni di abbandono, certe terre coltivate o adibite a pascolo vengono riconquistate dalla vegetazione spontanea: la natura "riprende i suoi diritti".

La giustapposizione di regioni di abbandono e di regioni densamente popolate crea situazioni di forte rischio. Nel caso delle regioni urbanizzate poste ai margini di aree collinari o montane soggette ad aridità per-

manente o stagionale, gli incendi rappresentano una grossa minaccia (fascia mediterranea, California).

Tutte queste situazioni attirano ovviamente l'attenzione sulla responsabilità delle società umane e sulla necessità di interventi continui.

4. Gli effetti dell'umanizzazione

L'importanza degli effetti dell'umanizzazione sugli ecosistemi è proporzionale all'antichità dell'intervento umano, all'estensione delle aree occupate e all'efficacia delle tecniche di trasformazione. Quando l'azione dell'uomo è cominciata molto presto, può essere molto difficile identificarne gli effetti e la portata. La scomparsa delle foreste mediterranee fin dai tempi più antichi fa pensare che l'ambiente mediterraneo sia quasi naturale, ma la macchia è una formazione vegetale degradata per colpa dell'uomo: si tratta in un certo senso di una "seconda natura" (espressione usata da Cicerone), che ha rimpiazzato quella originaria, e per la quale gli uomini debbono trovare un nuovo equilibrio.

La natura, dal canto suo, si adatta alla presenza dell'uomo. «È per questa ragione che nel patrimonio genetico di parecchie specie di erbe spontanee del bacino mediterraneo è iscritta l'interazione con gli erbivori domestici [...] tanto che nelle zone con clima analogo esse sostituiscono sistematicamente la flora locale, meno abituata a coabitare con l'uomo e con gli animali addomesticati» (F. Di Castri, 1980, p. 20). Nelle regioni di lunga e intensa umanizzazione, la "natura" – in particolare la copertura vegetale – è in larga misura post-antropica.

Gli interventi dell'uomo riguardano tutte le componenti degli ambienti naturali. Nelle componenti biotiche, comunque, le trasformazioni sono più evidenti.

4.1. Gli effetti sugli ecosistemi

Gli uomini hanno modificato le distanze fra gli ecosistemi, cancellato le distese marine e aride, abolito le regioni isolate. «L'uomo ha trasportato deliberatamente piante e animali attraverso tutto il mondo, sia per soddisfare un bisogno sentimentale, ricreando le comunità familiari della patria lontana, sia per migliorare la produttività delle regioni di nuovo insediamento» (J. Dorst, 1978, p. 359). L'introduzione è stata in

qualche caso volontaria, in altri accidentale (specialmente l'introduzione dei microrganismi o di semi di piante nocive mescolati a quelli delle specie che si desiderava importare). Le possibilità di diffusione sono state moltiplicate dalla frequenza e dall'ampiezza degli spostamenti degli uomini (migrazioni, guerre, commercio, turismo).

Nel corso delle invasioni dei secoli VIII e IX, gli arabi hanno introdotto in Sicilia e nell'Italia meridionale il riso, il cotone, la canna da zucchero (che avrà un ruolo importante nell'economia fino al XVI secolo), il carrubo, il pistacchio, la melanzana, lo spinacio. Dall'America sono arrivati in Europa il mais, la patata, il tabacco, il fagiolo comune, la fragola. Le cactacee, originarie dell'America, hanno invaso l'area mediterranea. La maggior parte delle foraggiere dei pascoli australiani e neozelandesi è di origine mediterranea. L'eucalipto, endemico in Australia, è stato introdotto nel 1857 nell'Europa meridionale, nel 1853 in California, nel 1823 in Cile e nel 1828 nell'Africa meridionale.

Certe specie importate sono diventate veri e propri flagelli, a causa della loro capacità di adattamento e della loro rapidità di riproduzione. È il caso di una pianta acquatica, il giacinto d'acqua, da alcuni chiamata "il flagello verde". Originaria dell'America tropicale, introdotta per ornare i laghetti dei parchi e dei giardini della Louisiana (1884), invase rapidamente il Sud degli Stati Uniti, ostacolando la navigazione sul Mississippi. Importata a Giava, invase la regione tropicale del Pacifico e dell'Oceano Indiano. A partire dal 1950 si moltiplica anche in Africa. Per poterla in qualche modo controllare, si è fatto ricorso ad ogni mezzo, ma la minaccia non è stata ancora sventata. Esempi analoghi sono quelli del coniglio, introdotto in Australia nel 1787 e della carpa, introdotta nell'America settentrionale nel 1876. Certi insetti hanno provocato danni enormi alle colture: la dorifora della patata, originaria dell'America, è arrivata in Europa nel 1877. Altri insetti minacciano direttamente l'uomo: ad esempio, le zanzare hanno portato la febbre gialla dall'Africa nell'America tropicale. Numerosi raggruppamenti vegetali sono dovuti alla presenza dell'uomo: quelli associati alle messi (papaveri, centauree, senape) e quelli tipicamente ruderali. La vicinanza d'una dimora temporanea alpina si avverte dall'abbondanza di romice e di ortica, piante che prosperano sui terreni con forte contenuto di sostanze organiche provenienti dalle deiezioni degli animali.

Quando raggiunge una certa soglia, l'intensità dei prelievi compromette temporaneamente o definitivamente la ricostituzione delle risorse. Una pesca eccessiva ha fatto quasi scomparire importanti varietà di

pesce in numerosi mari del globo. Lo sfruttamento eccessivo dei pascoli impoverisce in quantità e qualità il manto erboso. Le piante utili scompaiono davanti alle piante tossiche o spinose, risparmiata dal bestiame. Certe specie animali sono particolarmente nocive: pecore che strappano le erbe, capre che divorano i germogli. Alcuni ambienti sono particolarmente fragili. La metà delle greggi e delle mandrie di animali domestici del mondo si trova nelle regioni semiaride: i pascoli sui terreni sabbiosi possono trasformarsi in dune mobili nel giro di pochi anni.

I sistemi colturali ultraspecializzati sono meno resistenti alle aggressioni esterne. I parassiti – insetti, funghi, batteri – proliferano con la monocoltura di specie sempre più sofisticate, concepite per uniformare i prodotti o per altri motivi: ricerca della precocità, della resistenza ad un fattore ambientale specifico, ecc. La ristrettezza della base genetica diminuisce le capacità di adattamento di una pianta alle condizioni ecologiche. L'uniformità colturale procura vantaggi economici e tecnici, ma è incompatibile con la salvaguardia della diversità degli ecosistemi naturali. Jean Dorst ha addirittura definito la monocoltura una «mostruosità ecologica».

La sostituzione di un ecosistema forestale equatoriale complesso con i campi aperti della monocoltura facilita gli attacchi dei parassiti e disturba le specie animali, perché crea uno squilibrio fra erbivori e carnivori e fra animali grandi e piccoli. I roditori, ad esempio, non più minacciati dai carnivori, si moltiplicano e invadono i raccolti.

I rimboschimenti di eucalipto in ambiente tropicale umido forniscono 15 volte più legname di una foresta di latifoglie europea. Ma queste nuove formazioni non hanno sottobosco, non sono a più piani, e quindi non proteggono il suolo, che viene impoverito per lisciviazione dalle grandi piogge tropicali. In ambiente temperato, i rimboschimenti di resinose producono poco humus, perché gli aghi si decompongono molto lentamente e oltre tutto acidificano il suolo, che perde buona parte dei suoi elementi minerali.

Anche l'agrosistema complesso con rotazione e diversificazione delle colture «rompe la solidarietà organica che unisce suolo e vegetazione» (R. Neboit, 1982, p. 1161). I prodotti agricoli vengono prelevati dall'uomo e quindi non rigenerano l'humus. Distruggere e sostituire le foreste tropicali con colture e piantagioni in regioni che presentano suoli ricchi – alluvionali, vulcanici, sedimentari – è meno rischioso, ma in tutti gli altri casi l'humus si esaurisce rapidamente.

La sostituzione delle coperture vegetali naturali con agrosistemi

espone il suolo alle azioni meteoriche durante una parte dell'anno, che è più o meno lunga a seconda dei sistemi agropastorali, e accelera i processi dell'erosione meccanica e dell'alterazione chimica.

In funzione delle condizioni climatiche e delle azioni morfologiche che ne derivano, i solchi del ruscellamento concentrato (*rill erosion*) e il dilavamento diffuso (*sheet erosion*) asportano gli orizzonti pedologici superficiali. Nei casi limite si arriva al paesaggio tormentato delle *badlands* (calanchi). L'insolazione diretta durante la stagione secca su terre denudate dopo le colture provoca l'essiccazione e la degradazione della struttura del suolo, che diventa più vulnerabile all'azione dei venti.

L'insediamento dei pastori Mbororo in grossi villaggi provoca nelle immediate vicinanze una denudazione quasi completa dei suoli, sui quali restano solo pochi ciuffi di graminacee, non in grado di opporsi al dilavamento. Il villaggio è così circondato da un'aureola di degrado in cui domina incontrastata l'erosione. Sui percorsi battuti dal bestiame si hanno uguali risultati. Nella caldera di Manengouba, i bovini e i cavalli che vi trascorrono gran parte dell'anno non solo ne scalinano i pendii, ma spesso vi creano lunghi solchi che incanalano il ruscellamento e possono provocare lo smottamento di tutto un versante (S. Morin, 1981, p. 117).

La denudazione dei suoli accentua l'evaporazione e la risalita per capillarità dell'acqua infiltrata, e crea croste sterili in superficie o in profondità. Quando le tecniche agricole comportano trasformazioni brutali, le modificazioni dei suoli sono molto forti. L'irrigazione, praticata senza le necessarie cautele su aree sempre più estese, può innescare fenomeni irreversibili. Il livello medio di una falda acquifera risale fin quasi a raggiungere la superficie: per effetto dell'evaporazione, i sali disciolti si cristallizzano in infiorescenze che rendono il suolo inadatto alle colture.

Come sempre accade nei processi che riguardano l'uomo e la natura, esistono anche fenomeni inversi che dimostrano, se ve ne fosse bisogno, quanto siano improprie le generalizzazioni. Così, in certe regioni dell'Africa, nelle savane boscate a pascolo del Sudan e della Guinea, «l'eccessivo sfruttamento dei pascoli da parte del bestiame è il migliore agente del rimboschimento» (J.-C. Bille, 1964). Nell'America settentrionale, i pini non possono riprodursi senza l'ausilio del fuoco: gli incendi periodici trasformano aghi e rami in ceneri fertilizzanti (ad es. nel Chaparral californiano); in assenza di incendi periodici, rami e aghi si accumulano a terra, e allora un incendio può avere conseguenze disastrose, perché le fiamme possono arrivare fino alle chiome e distruggere tutta la foresta.

Al di fuori del mondo agricolo, gli uomini disturbano la topografia in misura più circoscritta ma intensa: la modificano brutalmente con le cave di pietra, di sabbia e di ghiaia, e con le miniere a cielo aperto. Le miniere sotterranee provocano avvallamenti del terreno che possono trasformarsi in stagni e paludi. L'attività mineraria e quella industriale accumulano scorie e rifiuti sotto forma di colline artificiali, o ricolmano valli e depressioni.

Esiste un'erosione legata all'espansione urbana. Nei paesi in via di sviluppo l'urbanizzazione non è accompagnata dall'artificializzazione dei suoli e delle reti di deflusso e quindi, in sostanza, da un controllo efficace dell'ambiente naturale.

All'interno delle città, nei quartieri popolari e nelle *bidonvilles*, la mancanza di fognature ha conseguenze disastrose [...] I rigagnoli che serpeggiano nelle città, o le sorgenti che ogni tanto affiorano, diventano ben presto causa di pericolo. A Yaoundé, il Mfoundi, soffocato dalle costruzioni nei quartieri popolari, si gonfia enormemente durante le grandi piogge e interrompe la circolazione, sbarra i viali del centro, trascina con sé animali e case nei quartieri africani [...] E ciò nonostante, da per tutto si spianano colline e versanti per costruire [...] Questo degrado che divora il cuore delle città attacca anche le periferie, nelle frange di colonizzazione spontanea che avanzano nelle regioni di difficile accesso o insalubri (S. Morin, 1981, pp. 136-137).

4.2. Gli effetti su cicli e sequenze

Gli interventi umani sull'ambiente sono inevitabilmente di natura settoriale, ma gli ambienti naturali non lo sono affatto. Quale che sia l'effetto desiderato – aumento delle rese agricole, controllo dell'erosione – esso si paga sempre con una modificazione dei flussi e degli scambi nei cicli, e quindi con un'alterazione dei loro bilanci: idrico, energetico, morfogenetico, pedogenetico. **G. GEOSISTEMA CARFICO**

In Amazzonia, la metà delle precipitazioni è dovuta agli alisei, l'altra metà al ciclo idrico specifico della foresta sempreverde. Il disboscamento modifica il funzionamento del normale ciclo dell'evapotraspirazione; non potendo evaporare, l'acqua defluisce, e il volume delle precipitazioni diminuisce. I tipi e i sistemi di coltura e le pratiche agricole agiscono sull'infiltrazione e sull'evaporazione. Ogni intensificazione del sistema culturale, ogni aumento delle rese, ogni riduzione del maggese, si traduce in un prelievo aggiuntivo dal ciclo dell'acqua. La messa a coltura irrigua delle grandi pianure statunitensi è stata consentita dallo sfruttamento delle falde acquifere. La falda acquifera detta Ogadalla si stende

sotto il Texas, l'Oklahoma, il Kansas e soprattutto il Nebraska, dove raggiunge uno spessore di 400 metri. Sfruttata fin dagli anni 1930, ha già fornito un volume d'acqua pari a quello del Lago Huron. Poiché i prelievi superano largamente gli apporti, in vent'anni il livello della falda si è abbassato di 15 metri, e parecchi pozzi sono rimasti all'asciutto. In superficie si sono avuti effetti positivi e negativi: la creazione dei laghi artificiali aumenta l'evaporazione, il prosciugamento delle paludi la diminuisce.

I molteplici effetti degli interventi umani possono essere osservati nei differenti cicli degli ecosistemi, ma di fatto questi cicli si legano gli uni agli altri, e così gli effetti si organizzano in sequenze.

Alcune sequenze sono classiche, a cominciare da quella che mette in rapporto il diboscamento con le inondazioni in una serie di fasi successive: diboscamento, suolo non trattenuto dalle radici degli alberi, superficie del suolo esposta al ruscellamento, erosione del suolo, frane e smottamenti, piena, esondazione. L'osservazione di questa sequenza non è recente. Già nel 1849, un ispettore forestale svizzero riferiva: «In pianura il letto dei fiumi, ricolmo di materiali strappati alla montagna, si allarga e si innalza, e così le acque, non più trattenute, si riversano nelle campagne, ricoprendole di strati di sabbia e di ghiaia o trasformandole in paludi» (Ch. Küchli, 1980, p. 27). È in occasione di eventi particolarmente spettacolari e catastrofici che si manifesta interamente la crisi dell'ambiente. I settori più esposti sono quelli dove l'azione umana, esagerata o inadatta, investe gli ambienti fragili.

Organizzati in sequenza, gli effetti degli interventi umani si manifestano, oltre che in successione temporale, anche in successione di spazi, per cui è necessario considerarli non soltanto in sito ma anche nella loro distribuzione a catena, a breve e a lunga distanza. A grande scala, la semplice eliminazione di una siepe su un versante gessoso intensifica l'ablazione del limo sulla sommità del versante; il bianco del gesso compare nei solchi arati mentre il limo rossastro si accumula nel fondo della valle secca. A piccola scala, è significativo l'esempio delle dighe: a monte della diga si accumulano i sedimenti trasportati dalle acque, con progressivo interrimento del bacino, che nelle regioni prive di copertura vegetale può completarsi in tre decenni. La diga di Assuan trattiene ogni anno 160 milioni di t di materiali. A valle della diga le acque, private del loro contenuto di materiali solidi, acquistano una maggiore forza erosiva che si fa sentire sul letto e sugli argini. Il limo non viene più a fertilizzare i campi durante le piene annuali. Le coste non ricevono più i

sedimenti che costruiscono i delta, i cordoni litoranei, le spiagge. Ad Assuan le piante acquatiche hanno invaso le rive del bacino creato dalla diga. Nel delta del Nilo, «la modificazione del regime delle acque ha provocato la moltiplicazione dei molluschi portatori della schistosomiasi [...] La forte diminuzione del contenuto di sali minerali nelle alluvioni ha sconvolto l'ecosistema marino del Mediterraneo orientale. A soli tre anni dalla chiusura della diga, erano quasi scomparse le sardine» (J. Dorst, 1978, p. 275).

La logica dell'azione umana, fatta di iniziative, di interventi, altera i luoghi in cui si manifesta. Ma sarebbe ingiusto affermare che le società umane non hanno avvertito i pericoli potenziali della loro azione. L'adozione di politiche di salvaguardia e di conservazione della natura, dette volgarmente ecologiche, non nasce oggi. Quando si manifestano chiaramente, gli squilibri provocano sempre prese di coscienza.

È possibile citare esempi molto antichi di prese di coscienza del genere, e delle misure adottate per rimediare agli effetti negativi. Nell'Antichità, nel Medioevo e in misura crescente in epoca moderna sono numerosi i documenti (libri, leggi, disposizioni) dedicati alla protezione dell'ambiente, alla regolamentazione dei diboscamenti e dello sfruttamento dei boschi e dei pascoli, alla proibizione di asportare alberi, arbusti ed erbe lungo gli argini. È nota la risposta data a Napoleone I dai contadini del Giura, richiesti di esprimere un desiderio: «Sire, fate una legge contro le capre».

La prima grande ordinanza sulle acque e foreste venne promulgata da Luigi XIV nel 1669, su iniziativa di Colbert. Il Codice forestale francese è nato nel 1827. Nel 1864, G. P. Marsh (1801-1882) pubblicò *Man and nature, or Physical Geography as modified by Human Action*, un'opera pioniera per quell'epoca⁶. Nello stesso anno, la valle dello Yosemite fu ceduta allo stato della California, perché ne proteggesse le sequoie. Il primo parco nazionale federale, quello di Yellowstone, nasce nel 1872.

5. Le crisi dell'ambiente

Fino a oggi, l'umanizzazione della superficie terrestre non ha provo-

6. Traduzione italiana a cura di F.O. Vallino: *L'uomo e la natura*, Milano, Angeli, 1988 (N.d.t.).