

# Si dirada il mistero sulla fine di Angkor

**Recenti scavi nell'antica capitale dell'impero Khmer spiegano il collasso di questo insediamento con la rottura dell'equilibrio tra ambiente e sviluppo**

RICHARD STONE

SIEM REAP, CAMBOGIA.

**R**ANNICCHIATO SUL FONDO di una gola Roland Fletcher individua con le dita il bordo smussato di una roccia grigiastria bucherellata. Questo blocco scolpito di laterite, in pendenza, si incastra perfettamente in un solco di quello sottostante. «È un lavoro sofisticato», afferma Fletcher, un archeologo dell'Università di Sydney in Australia. Centinaia di anni fa le popolazioni di Angkor costruirono immensi palazzi e templi su fondamenta in laterite, un terreno spugnoso e ricco di ferro che si indurisce quando esposto all'aria. Durante gli scavi iniziati lo scorso anno il gruppo di Fletcher ha scoperto che il blocco, lungo mezzo metro, è solo una parte di una piattaforma dilapidata che si sviluppa per venti metri sotto terra in una delle due direzioni; questa piattaforma sembra essere quello che rimane di un enorme sistema di deflusso idrico forse utilizzato per far defluire l'acqua delle inondazioni provocate dalle piogge monsoniche. «Nessuno ha mai visto una struttura del genere qui», aggiunge Fletcher. La probabilità che si sia trattato di un sistema di deflusso aiuta a risolvere uno dei dibattiti dimostrando che i maestosi progetti idrici di Angkor – un impero Khmer dal IX al XV secolo d.C. che all'apice della sua estensione comprendeva gran parte dell'attuale Cambogia, della Thailandia centrale e del Vietnam meridionale – erano stati progettati non solo per i rituali religiosi ma anche per questioni pratiche. Tuttavia, questo particolare esempio di ingegneria medievale può anche offrire degli indizi su un enigma più complicato riguardo non tanto al fatto che questo sistema di deflusso sia esistito, quanto al perché venne distrutto. Da quando i commercianti portoghesi, alla fine del XI secolo, descrissero le torri a forma di loto di Angkor Wat



R. STONE / S. BURNICE

che emergevano dalla foresta, nessuno è riuscito a dare una risposta al perché il tempio dorato di Vishnu – il più grande monumento religioso mai esistito – e la città a esso collegata furono abbandonati 500 anni fa. Tra le varie ipotesi prese in considerazione ci sono un'orda di barbari invasori che ha depredato l'area, un cambiamento nel credo religioso e sommovimenti geologici.

Fletcher e i suoi collaboratori hanno ora la prova che è stata proprio l'enorme complessità del sistema idrico di Angkor, la linfa vitale della città, che l'ha resa vulnerabile al collasso. In una nuova e provocante interpretazione della sua fine, Fletcher, condirettore del Greater Angkor Project (Gap), un progetto quin-

quennale di ricerca e di rilevamenti finanziati dall'Australian Research Council, avanza l'ipotesi che la combinazione di elementi quali un'infrastruttura rigida, un degrado ambientale e dei cambiamenti drastici riguardo ai monsoni possano averne decretato il collasso. Fletcher e altri studiosi, tutta-

via, sono cauti nel dichiarare che il caso è chiuso. «È difficile puntare il dito su ciascuna di queste cause», afferma Charles Higham, un antropologo dell'Università di Otago a Dunedin in Nuova Zelanda, le cui sorprendenti scoperte nei pressi di siti thailandesi di epoca antecedente sono illuminanti circa le origini di Angkor (vedi box più avanti).

Se il gruppo guidato da Fletcher ha ragione, Angkor, la città nel suo genere più estesa nel mondo preindustriale con una popolazione di centinaia di migliaia di persone nel periodo di maggior sviluppo, non sarebbe la prima civiltà a sgretolarsi sotto l'effetto del cambiamento climatico; per esempio molti archeologi sostengono che una serie di devastanti periodi di siccità avrebbero condannato i Maya e le loro città-



A sinistra gli archeologi Roland Fletcher e Charles Higham. Qui sopra l'ingresso occidentale di Angkor.

stato ramificate lungo la penisola dello Yucatan tra il IX e il X secolo d.C. La caduta di Angkor potrebbe rappresentare un racconto premonitore per quelle società moderne al limite dello sviluppo sostenibile come il Bangladesh: «La lezione da trarre è di non maltrattare l'ambiente», afferma Higham.

### Vista dall'alto

In una nebbiosa mattina di gennaio 30 chilometri a nord di Siem Reap, la moderna città vicino ad Angkor, Donald Cooney, a bordo del suo aereo ultraleggero, si dirige verso un gruppo di alberi a mezzo chilometro di distanza. Sorvolando le pianure ricoperte da foreste, dove si incrociano corsi d'acqua, risaie, e le tipiche palafitte, è impossibile perdersi alcune delle meraviglie della zona che includono un millenario, gigantesco serbatoio fatto di terra chiamato West Baray, largo 2,2 km e lungo 8. Ci sono dozzine di templi di pietra che riflettono la cosmologia hindu; i templi rappresentano il monte Meru, la leggendaria dimora degli dei hindu mentre i fossati stanno a indicare gli oceani che la circondano; dei bassorilievi su pietra arenaria raffigurano scene della vita quotidiana – due uomini curvi intenti a giocare a scacchi, per esempio – oltre a sublimi visioni quali le *apsara*, seducenti danzatrici che portavano degli elaborati copricapi e che fun-

gevano da messaggere tra gli uomini e gli dei. Tuttavia, buona parte del regno rimane imperscrutabile, come i giganteschi volti dallo sguardo sereno delle torri di Bayon ad Angkor Thom, situati proprio nel cuore fortificato del regno.

Cooney, un pilota che risiede a Knoxville in Tennessee, abbandona con una mano la guida del velivolo e indica un boschetto di alberi di banyan. «Vedi il tempio?» chiede con voce scoppiettante. Nonostante i 300 metri d'altitudine, e solo quando il velivolo vi è quasi sopra, si intravedono dal tettuccio trasparente della cabina di pilotaggio le torri color terra d'ombra di un complesso fortificato che ospita un tempio costruito da Yashovarman I nel tardo VIII secolo. «È facile capire come mai tanta parte di Angkor sia rimasta nascosta per tutto questo tempo», dice. Con i suoi voli Cooney ha aiutato il team di 30 persone del Gap a tracciare nuove rilevazioni che non potrebbero essere registrate con un approccio da terra, come lo sterramento dei canali. «Le scoperte della terra si fanno in aria», afferma Fletcher, che dirige questo progetto da 700.000 dollari con i colleghi di Sydney Michael Barbetti e Daniel Penny, insieme a Ros Borath, il vicedirettore generale dall'Apsara Authority, l'agenzia cambogiana che gestisce Angkor, e Christophe Pottier della French Research School of the Far East (Efeo).

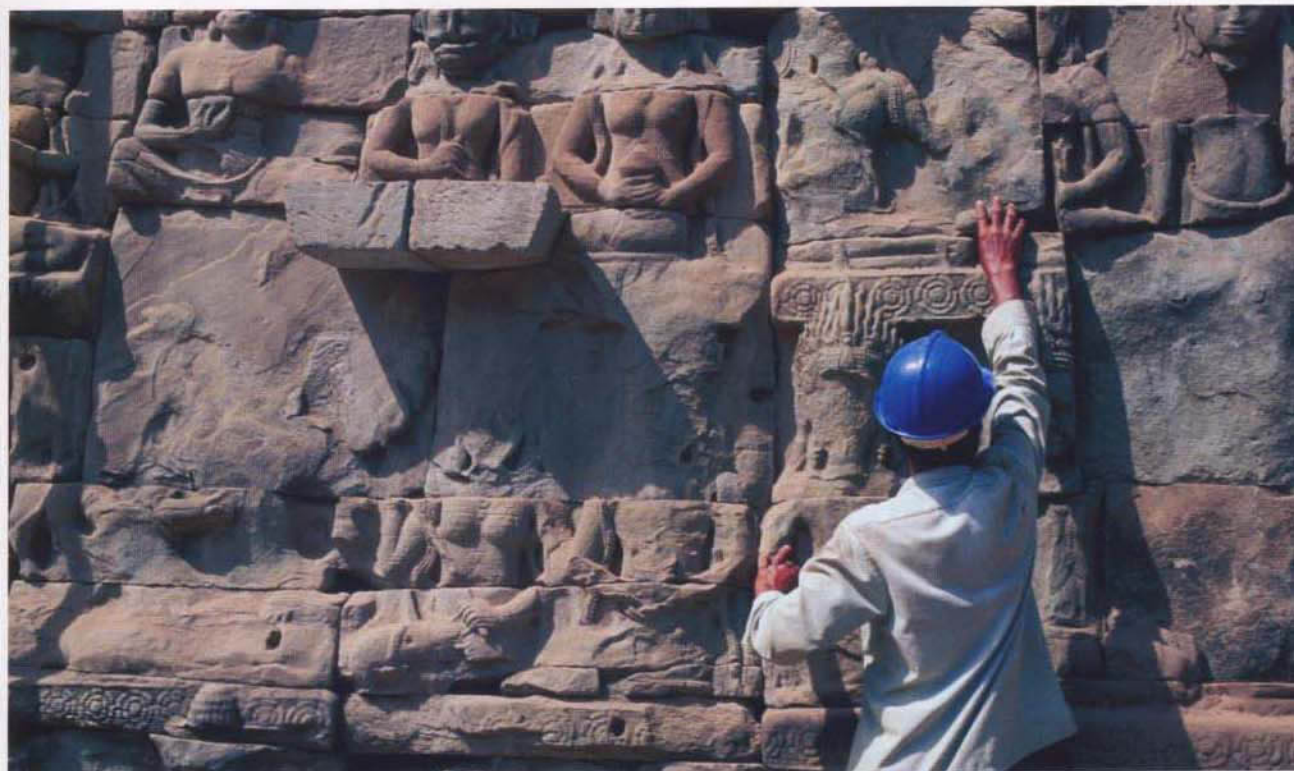


La galleria occidentale dell'ingresso ad Angkor.

Per molto tempo gli archeologi si sono stupiti delle meravigliose sculture e dei templi di Angkor ma sono proprio le osservazioni dall'alto che hanno rivelato l'estesa struttura idrica che li ha sostenuti. Nel 1994 una rilevazione radar dello Space Shuttle Endeavor ha scoperto dei segmenti erosi del Great North Canal che smistava l'acqua del fiume Puok in due serbatoi, qualche anno dopo Elizabeth Moore, un'archeologa della Università di Londra, ha scoperto grazie al radar insediamenti risalenti alle età del bronzo e del ferro. Le trasformazioni del territorio operate dai Khmer in epoca medievale sono state scoperte grazie a un immenso lavoro di ricerca sul terreno e attraverso la rilevazione remota, che hanno portato Pottier, architetto e archeologo, a tracciare centinaia di collinette, case e templi, raggruppati attorno a laghetti artificiali, vere e proprie cisterne d'acqua, fino a quel momento sconosciuti. Una rivelazione, per Pottier: «Gli abitanti di Angkor hanno cambiato radicalmente il paesaggio al punto tale che è molto difficile distinguere le componenti naturali da quelle realizzate dall'uomo», afferma l'esperto. Analizzando immagini radar della Nasa commissionate dal Gap, Fletcher, un esperto sulla crescita e il declino degli insediamenti, e Damian Evans, un giovane laureato all'Università di Sydney, hanno rilevato che questa trasformazione fu talmente vasta da interessare abitazioni e serbatoi d'acqua disseminati all'interno di un'area di 1.000 km<sup>2</sup> e collegati da un'in-

tricata rete di strade e canali oggi a malapena visibili. Le ricerche condotte hanno anche svelato un ingegnoso sistema di gestione della rete idrica incentrato su tre grandi serbatoi idrici, o *baray*. Le acque dei fiumi Puok, Rolous e Siem Reap venivano deviate all'interno delle cisterne attraverso un labirinto di canali a nord di questi serbatoi e dei complessi di Angkor Thom e Angkor Wat, «raggiunta la massima capienza, l'acqua defluiva verso altri canali a seconda della necessità», spiega Fletcher. I canali che dai serbatoi conducevano a sud e a est disperdevano l'acqua nel territorio per l'irrigazione e per smorzare l'effetto delle inondazioni stagionali, questo ha permesso la nascita di una vasta rete urbana a bassa densità composta da un mosaico di case, templi e risaie. Lo sviluppo di Angkor e il potere del re dipendevano dal raccolto del riso che doveva essere regolare nel tempo: «Se il re era a corto di provviste doveva andare a elemosinare presso gli altri sovrani Khmer del regno», afferma Fletcher. La necessità di assicurare raccolti adeguati richiedeva molta acqua in determinati periodi dell'anno e quindi il sistema idrico di Angkor era anche l'origine del potere per i suoi regnanti.

Con grande sorpresa, e altrettanta frustrazione, le circa 1.200 iscrizioni scolpite in sanscrito e nella lingua Khmer sulle mura di Angkor non offrono alcuna informazione sul sistema idrico: «Ci sono molti riferimenti alle pietre che demarcano i confini o alle proprietà ter-



Restauro dei bassorilievi sulla terrazza di Leper King.

riere ma non c'è alcuna informazione sul sistema stesso e sui diritti all'approvvigionamento», afferma Hingham. A parte queste incisioni, non sono state ritrovate ad Angkor altre testimonianze scritte a eccezione di alcune foglie di palma risalenti al XVIII secolo, la più antica documentazione scritta ritrovata fino a oggi. Le iscrizioni, inoltre, non offrono alcuna indicazione sul declino della città e a partire dal XIV secolo «non sappiamo davvero nulla su quello che succede ad Angkor», dice Fletcher. Dalle cronache siamesi risulta che l'esercito di un regno vicino invase Angkor nel 1431; le conseguenze furono sicuramente devastanti ma resta da capire perché la città alla fine fu abbandonata. Come sostiene Fletcher, «quando una città a bassa densità crolla vi è un effetto domino sull'intera regione». Il passato di Angkor è rimasto misterioso in parte perché la truce storia recente della Cambogia è stata un deterrente allo svolgimento della ricerca in questo territorio: la guerra civile, il regno dei Khmer rossi e l'invasione vietnamita hanno reso Angkor inaccessibile per quasi vent'anni. Nonostante il parco e i monumenti al suo interno siano protetti come patrimonio culturale e quindi non presentino problemi di sicurezza per i turisti, alcune zone a nord dei bacini idrici sono ancora pericolose per la presenza di mine e di ordigni inesplosi; «in queste aree non si può certo passeggiare nei boschi», conferma Fletcher. Fortunatamente gli eserciti combattenti hanno lasciato la città di Angkor quasi in-

tatta. Nel 1992, quando Pottier ha riaperto l'Efeo, venne data priorità al restauro dei templi: secoli di negligenza hanno lasciato scomposte rovine al posto dei complessi mentre altre opere hanno richiesto interventi urgenti di stabilizzazione o di restaurazione delle facciate di pietra arenaria. So Peang, un archeologo dell'Apsara, afferma che più di 20 gruppi provenienti da tutto il mondo ora lavorano qui e fa l'esempio di alcuni muratori impegnati nella riparazione di una strada sopraelevata, costruita nel XII secolo, che attraversa uno dei fossati di Angkor Wat: «Molte parti si sono deteriorate in quanto le piogge hanno un effetto erosivo sulla pietra arenaria», sottolinea Peang.

Questi fondamentali lavori di restauro, per non menzionare l'opera di interpretazione delle strutture e delle iscrizioni, hanno contribuito a concentrare l'attenzione sui monumenti; «gli archeologi qui hanno sempre avuto la propensione a lavorare su quello che vedono. Immaginate di cercare informazioni sulla vita a New York soltanto esaminandone le chiese», sostiene Fletcher. Come infatti risulta, aggiunge Pottier, «vaste aree del sito rimangono una totale incognita». È per questa ragione che si possono trovare dei tesori nascosti in modo del tutto casuale, camminando lungo l'argine del bacino orientale Fletcher individua nel terreno sabbioso un oggetto grigio scuro dalla forma triangolare e non più grande del palmo di una mano. Su questo frammento di pietra individua

## ORIGINI

## Indizi sulla nascita di Angkor

PHIMAI, TAILANDIA

**I**n un fosso quadrato che potrebbe ingoiare una casa a due piani emergono per la prima volta degli scheletri rimasti sepolti per venti secoli. Due adulti hanno più di una dozzina di bracciali di conchiglie su ciascun braccio e un terzo ha un paio di bracciali di marmo; in un angolo piccoli vasi di argilla contengono resti di bambini e su ciascun teschio, senza distinzione di età, c'è un unico guscio di una conchiglia bivalente che probabilmente rappresenta la fertilità o la rinascita, spiega l'antropologo Charles Higham, impegnato negli scavi del sito di Ban Non Wat, fuori dalla città di Phimai. Higham fa notare sul bordo del fosso una serie di vasi che sporgono dal suolo sotto lo strato dove sono stati rinvenuti gli scheletri. «Questi oggetti sono la testimonianza di una sepoltura eccellente», continua l'archeologo, la tomba di una élite colma di gioielli in marmo e conchiglie oltre ad attrezzi in bronzo e altri ornamenti. Dopo ulteriori scavi all'inizio di marzo di quest'anno, il suo team, composto da 60 persone tra ricercatori, tecnici thailandesi e volontari dell'organizzazione no-profit Earthwatch International, ha concluso la stagione dei lavori sul campo portando alla luce una serie di sepolture rituali e principesche.

Queste ricche tombe risalgono alla prima età del bronzo, più di 18 secoli prima che la civiltà di Angkor assurgesse al massimo splendore, e i benestanti sepolti gettano nuova luce sulle possibili origini di Angkor. Gli archeologi hanno pensato per molto tempo che l'importazione della cultura indiana tra il 200 e il 400, durante l'età del ferro, aveva trasformato delle comunità disseminate composte da contadini ignoranti in società civilizzate. Un numero esiguo di scavi dell'età del bronzo nel sudest asiatico ha permesso il recupero di pochi oggetti sepolcrali appartenuti con tutta probabilità a contadini e pescatori che vivevano in condizioni precarie. Nel frattempo, in Asia e in Europa la lavorazione dei metalli, nata con la prima età del bronzo, ha chiaramente demarcato una forte distinzione tra le élite, i commercianti e le persone comuni. Higham ha tuttavia scoperto una storia molto diversa. Nell'arco di cinque stagioni di scavi il suo gruppo ha rinvenuto 470 tombe di epoche diverse, dal neolitico all'età del ferro, dal 2200 a.C. al 500 d.C.

Le sepolture più spettacolari risalgono a 3.000 anni fa; i lavori del gruppo, per la maggior parte non ancora pubblicati, rivelano che le società del sudest asiatico presentavano una stratificazione in classi elitare più di 1.000 anni prima dell'inizio dell'indianizzazione. «Con l'età del bronzo, la gente di quest'area era sofisticata», dichiara Higham, dell'Università di Otago a Dunedin in Nuova Zelanda, e nel cui gruppo lavorano Rachanie Thosarat, ricercatore dello stesso istituto, e Nigel Chang della James Cook University di Townsville in Australia. Inoltre, continua Higham, gli scavi dimostrano che gli abitanti di Phimai «erano in grado di controllare il flusso delle acque molto prima dello sviluppo dei serbatoi di Angkor». Questi serbatoi, come i canali a essi collegati, erano vitali per il potere di Angkor. Il lavoro svolto dal gruppo di Higham è rivoluzionario, afferma Miriam Stark, un'archeologa della University of Hawaii a Manoa, che codirige un altro scavo nella regione. Ban Non Wat è testimonianza del fatto che lo sviluppo delle società dell'età del bronzo nel sudest asiatico non aveva nulla da invidiare a quelle del resto del mondo.

delle linee confuse che attribuisce a un tipo di scrittura antica, un'intuizione confermata da un esperto dell'Efeo che fa risalire l'iscrizione al regno di Yashovarman I. «C'è molto ancora da scoprire qui», conclude Fletcher.

**I riflessi del sole**

All'estremità occidentale di Mebon, un'isola artificiale nel mezzo del West Baray, un groviglio di erba e piante rampicanti nasconde delle fondamenta in laterite. Settanta anni fa, durante la stagione secca, un abitante del villaggio in preda al saccheggio di Mebon ha rinvenuto parte di un gigantesco torso in bronzo che sporgeva da un ammasso di sporcizia nei pressi delle fondamenta. Dopo che costui aveva allertato un curatore dell'Efeo spiegando che il Buddha gli era apparso in sogno dicendogli che era sepolto a Mebon e stava soffocando, un'équipe francese ha successivamente effettuato scavi che hanno infatti rinvenuto la testa e le spalle della statua di Vishnu per un totale di due metri d'altezza. Alle spalle del serbatoio, un sole rosso e maestoso sembra poggiarsi sull'orizzonte. «Immaginate i riflessi del sole che tramonta sulla statua», dice Fletcher accanto alle rovine del muro del tempio. La pressione esercitata dalla colonna d'acqua della cisterna avrebbe provocato una fuoriuscita d'acqua che, dalla base della statua, sarebbe arrivata all'ombelico, dei granelli di polline conservati nel fango dentro il tempio rivelano che un tempo i fiori di loto crescevano rigogliosi sulla superficie del laghetto ornando i lati della strada elevata che portava dal tempio alla statua.

Ci sono opinioni contrastanti sull'origine del progetto di Mebon e del West Baray come opere costruite per incutere, nella loro maestosità, timore o soggezione; coloro che promuovono la tesi della natura puramente rituale del complesso sostengono da molto tempo che nessun canale fuoriusciva dall'enorme serbatoio e quindi negano che quest'ultimo possa mai essere stato utilizzato per l'irrigazione. Negli ultimi anni il team del Gap ha recuperato nuovi particolari sui resti degli scarichi dei baray orientale e occidentale, alcuni dei quali erano rivestiti da blocchi di laterite. Secondo il parere di molti esperti non vi è più alcun dubbio sul fatto che i serbatoi fossero usati come riserva d'acqua per l'irrigazione durante la stagione secca e forse per prevenire l'inondazione di case e campi. L'antropologo Michael Coe dell'Università di Yale, un esperto delle civiltà dei Maya e di Angkor, si è dichiarato alquanto impressionato dai lavori del gruppo, sottolineando che «le loro scoperte hanno posto fine al dibattito». Rimane tuttavia aperta la questione della fine di Angkor e di chi, o che cosa, l'abbia provocata. Alcuni esperti imputano l'evento a cambiamenti di natura economica, politica o religiosa; a questo proposito fanno notare che Jayavarman VII nel XII secolo ha ordinato una massiccia edificazione che ha portato al-



Budda sdraiato di Angkor.

la costruzione di numerosi templi, svuotando così le casse del regno e riducendone il potere. Un'altra possibilità allude allo sviluppo del commercio marittimo con il conseguente spostamento dei centri di ricchezza più a sud, vicino al mare, mentre alcuni sostengono che il declino possa essere iniziato quando il buddismo di Theravada con i suoi principi di uguaglianza sociale ha incominciato a eclissare l'induismo imperante nel regno intorno al 1200-1300 d.C.

La tesi preponderante sostiene tuttavia un declino radicale nei raccolti, circa trent'anni fa, Bernard Philippe Groslier e Jacques Dumarçay, due ricercatori dell'Efeo, hanno ipotizzato che le vie d'acqua e i serbatoi si siano riempiti di sedimenti di sabbia ostruendo così il sistema di irrigazione durante i mesi secchi dell'inverno. La deforestazione potrebbe essere stato il meccanismo che ha innescato questo drastico cambiamento in quanto c'era la necessità di rendere disponibili dei terreni per la coltivazione in seguito all'esplosione demografica: Angkor, quindi, sembra essere stata vittima del suo stesso successo.

A questo proposito Fletcher e i suoi collaboratori hanno iniziato a indagare più a fondo sui dettagli strutturali dei canali e dei serbatoi e hanno scoperto una serie di indizi che fanno pensare ad alcuni problemi che interessavano l'imponente rete idrica, probabilmente dovuti a errori di progettazione e che hanno segnato il destino almeno del baray orientale.

«Secondo gli standard tecnici odierni, si è trattato di un totale fallimento», dichiara Heng Thung, uno specialista di dati satellitari del Regional Centre for Archaeology and Fine Arts di Bangkok. Per la costruzione del serbatoio sono stati semplicemente ammassati degli argini di terra ai lati; un canale faceva defluire l'acqua dal fiume Siem Reap nel serbatoio ma, dato che il letto del serbatoio stesso non era più profondo del canale, il baray rimaneva costantemente basso nella stagione secca e quando la terra si faceva più assetata l'acqua svaniva rapidamente.

I costruttori migliorarono la tecnica per la costruzione del West Baray nel secolo successivo aumentandone la profondità di un metro, presumibilmente abbastanza per trattenere l'acqua nella stagione secca. Né i progettisti Khmer né gli astrologi avrebbero tuttavia potuto prevedere quello che avrebbe condannato definitivamente il West Baray, asserisce Thung, e cioè un sollevamento geologico: senza ombra di dubbio i letti del fiume Siem Reap e di altri corsi d'acqua si abbassarono durante l'era di Angkor. Il sollevamento della crosta aumentò la pendenza del flusso accrescendo la velocità di scorrimento delle acque nei tortuosi percorsi dei fiumi e contribuendo ad abbassarne il livello, rispetto al territorio circostante, per l'azione erosiva fino a quando i fiumi divennero troppo bassi durante la stagione secca per permettere l'alimentazione del West Baray.

«Quando c'era bisogno d'acqua, i canali non potevano rifornire il serbatoio», afferma Thung.

Nonostante queste ipotesi avanzate sui problemi dei serbatoi, alcuni ricercatori sostengono che sia stata data troppa importanza al loro uso per l'irrigazione. Il sistema sarebbe stato in grado di fornire risorse idriche per coltivare una quantità di riso sufficiente per nutrire 100-200.000 persone, meno della metà della presunta popolazione. Il terreno situato tra i serbatoi e il lago Tonle Sap, a sud di Angkor, è talmente piano che è difficile immaginare la fornitura di grandi quantità d'acqua a vaste distese di terre irrigate per la coltivazione del riso, afferma John Miksic della National University of Singapore, archeologo ed esperto delle antiche culture indonesiane. La maggior parte della popolazione aveva delle risaie che catturavano l'acqua durante la stagione dei monsoni o coltivavano il riso nel suolo saturo di acqua dopo il ritiro dell'acqua portata dalle inondazioni.

Thung, Fletcher e altri non mettono in discussione il fatto che il solo sistema d'irrigazione alimentato dai serbatoi non sarebbe stato in grado di sostenere la popolazione; propongono piuttosto che i serbatoi fossero in grado di assicurare un rifornimento supplementare per garantire una sufficiente alimentazione anche nel caso di un raccolto esiguo. Il sistema di irrigazione «potrebbe essere stato una strategia per la gestione del rischio nel caso di un pessimo anno di monsoni», afferma Fletcher, una strategia che si sarebbe rivelata un fallimento nel caso in cui i serbatoi non fossero stati riempiti. Un altro uso pratico dei serbatoi avrebbe potuto interessare il contenimento delle inondazioni facendo defluire le acque dai fiumi in piena: «Una specie di polizza assicurativa nel caso di monsoni abbondanti», prosegue Fletcher, che suggerisce che i grandi argini e i canali siano gli elementi principali di una palude artificiale il cui scopo è quello di ridurre il rischio di danni in seguito a un'inondazione.

Il team del Gap è stato il primo a tentare una valutazione esauriente del clima e della rete idrica di Angkor; Penny, un'esperta di storia del clima, sta analizzando granelli di polline per scoprire i cambiamenti nella vegetazione e per cercare di ricostruire i diversi usi della terra durante i secoli del declino di Angkor. Fino a ora, sostiene, i risultati indicano che il declino di Angkor «è stato frammentario nel tempo come nello spazio», contrariamente alle varie ipotesi avanzate sugli ultimi giorni della città. Altri scienziati si concentrano sui canali e sui serbatoi cercando di far luce sull'enigma del canale di scarico, che lascia molti perplessi.

Questo canale non sarebbe mai venuto alla luce se gli addetti ai lavori dei Khmer rossi non avessero scavato un fossato per l'irrigazione che lo attraversava. Verso la fine del IX secolo, quando Angkor era al-

l'apice dello sviluppo, fu scavato un lungo canale che alterava il corso del fiume Siem Reap, deviandolo verso sud nella direzione dell'East Baray. Il canale di scarico si estende verso ovest dal tratto terminale a nord del canale e avrebbe funzionato per proteggere il canale da un'inondazione in eccesso, un meccanismo paragonabile alla fessura di scarico posta nella vasca da bagno per evitare che trabocchi, dice Fletcher.

### Costruttori sapienti

Purtroppo la meticolosa costruzione del canale di scarico è seriamente danneggiata. Il fossato costruito dai Khmer rossi è stato quasi totalmente eroso; le tecniche adottate dai costruttori di Angkor erano notevolmente superiori. Molti dei blocchi di laterite di questo canale giacciono in un mucchio sotto il suolo sabbioso. «È stato demolito», afferma Fletcher, e avanza l'ipotesi che un difetto strutturale possa averne causato il cedimento. Considerando però la solidità delle tecniche usate dai lavoratori di Angkor, Fletcher propone una conclusione diversa: «Sembra che l'abbiano fatto a pezzi loro stessi. Forse qualcosa è andato storto». Sarebbe stato quindi più uno stato di necessità che di negligenza. La sua ipotesi è che la struttura sia stata danneggiata dalle inondazioni e poi smantellata per recuperare i materiali; i resti sono stati sotterrati per evitare lo straripamento del fiume dal suo alveo e la formazione di un flusso verso ovest.

Le informazioni e gli indizi raccolti dal team del Gap fanno pensare che il sistema idrico, il vanto di Angkor, diventò ancora più complesso per sostenere una città in preda a uno sviluppo disordinato. «Sappiamo che qualcosa, a un certo punto, non funzionò a livello meccanico», afferma Fletcher. Per esempio, uno dei grandi canali a sud era riempito da stratificazioni incrociate di sabbia, indicazione di un rapido e considerevole flusso delle acque, oltre che di sedimentazione: «La sabbia ha sepolto i canali e l'infrastruttura idrica è diventata così rigida, contorta ed enorme che non è stato possibile sostituirla e tantomeno ignorarla, diventando troppo elaborata e al tempo stesso frammentaria», continua Fletcher. Pottier aggiunge che la costruzione di un ambiente totalmente artificiale ha prodotto un territorio fragile: più il sistema diventava complicato, sorretto da un delicato equilibrio, più sarebbe stato difficile far fronte a situazioni estreme quali eccessive inondazioni o prolungati periodi di siccità. Se a queste variabili si aggiunge il cambiamento climatico non è difficile intuire come la situazione possa essersi gravemente deteriorata. I ricercatori del Gap stanno indagando se i monsoni abbiano davvero colpito l'area con una marcata irregolarità durante la piccola età glaciale, tra il 1300 e il 1600 d.C.: ci sono ragionevoli prove che testimoniano come un raffreddamento dell'emisfero settentrionale non solo abbia



Vista aerea del complesso di Angkor Wat.

indebolito i monsoni nel sudest asiatico continentale ma abbia anche prodotto un drastico declino nei raccolti delle colture in Europa. William Boyd, un geologo della Southern Cross University a Lismore in Australia che collabora con Higham, reputa credibile lo scenario delineato dal Gap e presume che la regione di Angkor sia diventata più secca, mentre l'archeologa Miriam Stark della University of Hawaii a Manoa, studiosa del regno Funan del delta del Mekong cambogiano, antecedente quello di Angkor, trova l'idea «molto interessante». Gli archeologi tuttavia ritengono necessario recuperare più dati relativi al clima: «Una risposta definitiva richiederebbe uno studio sull'ecologia del bacino del fiume Tonle Sap negli ultimi 2.000 anni. Fletcher concorda, e insieme a Penny spera di ottenere il permesso dalle autorità cambogiane per effettuare delle ricerche speleologiche a conferma di questo: le stalagmiti si arricchiscono ogni anno di nuovi strati e la chimica isotopica degli strati registra le condizioni climatiche durante l'accrescimento. Stark e Paul Bishop dell'Università di Glasgow sperano di recuperare dati simili dalle grotte situate nella regione del delta del Mekong l'anno prossimo. La possibilità di decifrare i rilevamenti isotopici delle stalagmiti abbastanza grandi dovrebbe portare a solide informazioni sull'andamento climatico del passato. Boyd aggiunge che altre informazioni utili potrebbero essere raccol-

te dall'analisi dei cambiamenti nella vegetazione o nei livelli d'acqua dei laghi, oltre che dalla documentazione sul commercio cinese.

Mentre Angkor stava sorgendo, in un'altra parte del pianeta una simile perdita di equilibrio ha messo in ginocchio la civiltà dei Maya; il sovrappopolamento e il degrado ambientale hanno indebolito le loro città mesoamericane. La civiltà si è sgretolata, tormentata dalla siccità e dai conflitti, spiega Coe, e aggiunge che la fine di Angkor è direttamente paragonabile al collasso dei Maya. Coe non esclude che il fenomeno possa ripetersi: «Il vero guaio inizia quando le popolazioni dei paesi tropicali superano i limiti dello sviluppo sostenibile rispetto all'ambiente in cui vivono».

Fletcher ritiene che anche i paesi industrializzati possano imparare una lezione e paragona la sventura di Angkor alle città moderne che devono pagare un prezzo molto alto per far fronte a un esteso deterioramento del sistema fognario e stradale. Il team del Gap continuerà ad analizzare i depositi delle risorse idriche nel tentativo di ricostruire la storia ambientale di Angkor e cercare di capire le dinamiche della sua fine. Secondo Thung, «è una storia infinita» il cui finale viene spesso riscritto, ma la sua lezione diventa ogni volta sempre più deprimente per la società.

Richard Stone è European News Editor di Science  
©Science, Vol. 311, 1364-1368 (2006)