

**CNR - Istituto di Biometeorologia**

**IL SOLE COME FATTORE DETERMINANTE NELLA  
GENESI, DIFFUSIONE E AFFERMAZIONE  
DELL'*HOMO SAPIENS SAPIENS***

**Fabrizio Benincasa Donatella Carboni Matteo De Vincenzi**



Consiglio Nazionale delle Ricerche





CNR – Istituto di Biometeorologia

IL SOLE COME FATTORE DETERMINANTE  
NELLA GENESI, DIFFUSIONE E AFFERMAZIONE  
DELL'*HOMO SAPIENS SAPIENS*

Fabrizio Benincasa    Donatella Carboni    Matteo De Vincenzi

2012

Responsabile di redazione  
Matteo De Vincenzi  
CNR – IBIMET Sede di Sassari  
Traversa la Crucca 3 07100 Li Punti Sassari  
Tel. 079 2841508, Fax 079 2841598  
e-mail [m.devincenzi@ibimet.cnr.it](mailto:m.devincenzi@ibimet.cnr.it)

Studio delle immagini e dei grafici,  
elaborazione grafica e fotografica  
di Gianni Fasano CNR – IBIMET Sede di Firenze  
Tel. 055 310181, Fax 055 310411  
e-mail [g.fasano@ibimet.cnr.it](mailto:g.fasano@ibimet.cnr.it)

*Per l'insieme iconografico gli autori restano a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare o per le eventuali involontarie omissioni.*

ISBN: 978-88-95597-12-6  
Anno: 2012

# INDICE

<b>PREFAZIONE</b>	<b>VII</b>
<b>PRIMA PARTE</b>	<b>1</b>
<b>IL SOLE COME FATTORE DETERMINANTE NELLA GENESI, DIFFUSIONE E AFFERMAZIONE DELL' <i>HOMO SAPIENS SAPIENS</i></b>	
<b>CAPITOLO PRIMO</b>	<b>3</b>
<b>IL CAMMINO EVOLUTIVO DELL'UOMO: DAGLI OMINIDI ALL' <i>HOMO SAPIENS SAPIENS</i></b>	
1.1 Ambiente africano e le prime risposte dell'umanità primigenia	3
1.2 I primi ominidi e le prime manifestazioni culturali	10
1.3 <i>Homo erectus</i> : cultura e prima migrazione	10
1.4 <i>Homo neanderthalensis</i> in Europa	16
1.5 La migrazione e la diffusione dell' <i>Homo sapiens sapiens</i>	19
1.6 Le condizioni geografiche del punto di partenza	20
1.7 L' <i>Homo sapiens sapiens</i> e i condizionamenti ambientali dei deserti e delle foreste	21
1.8 <i>Homo sapiens sapiens</i> e la colonizzazione dell' Australia e dell' Europa	22
1.9 Climi glaciali e colonizzazione dell' Asia e delle Americhe	23
1.10 Note al Capitolo Primo	27
1.11 Bibliografia	32
<b>CAPITOLO SECONDO</b>	<b>35</b>
<b>L'AFFERMAZIONE DELL'UOMO NELL' AMBIENTE</b>	
2.1 L'uomo costruttore: cause e origini delle prime abitazioni	35
2.1.1 Le prime testimonianze in Africa: opere di <i>Homo habilis</i> ?	
2.1.2 Esempi di abitazioni	
2.2 Le abitazioni di <i>Homo sapiens sapiens</i>	40
2.2.1 Africa	
2.2.2 Europa	
2.2.3 Asia	
2.2.4 Americhe e Australia	
2.2.5 Dalle prime abitazioni ai villaggi	
2.3 Dai primi villaggi all'urbanesimo	49
2.3.1 Africa	

2.3.2	Europa	
2.3.3	Medio Oriente e Asia sud-occidentale	
2.3.4	Eurasia settentrionale e Cina	
2.3.5	Americhe	
2.4	Ambiente e addomesticamento	73
2.5	Note al Capitolo Secondo	75
2.6	Bibliografia	83

**CAPITOLO TERZO** 85  
**DAL SIMBOLISMO AL CULTO**

3.1	Introduzione	85
3.2	La religiosità	89
	3.2.1 Nord Europa	
	3.2.2 Il bacino mediterraneo	
	3.2.3 Nord Africa	
	3.2.4 L'oriente	
	3.2.5 America	
	3.2.6 Australia	
3.3	Note al Capitolo Terzo	113
3.4	Bibliografia	117

**SECONDA PARTE** 119

LA RADIAZIONE SOLARE IN RELAZIONE  
ALLA BIOLOGIA E ALLA FISICA TERRESTRE

	Premessa	121
1	Lo spettro solare	122
2	La geografia astronomica	127
3	La conversione biologica dell'energia solare	139
4	La conversione fisica dell'energia solare	145
5	Adattamento all'ambiente	149
6	Le dimore	151
7	Bibliografia	153

**CONCLUSIONI** 155

**GLOSSARIO** 165

## PREFAZIONE

Il Volume, nelle intenzioni degli autori, vuole mostrare che la radiazione solare è stata il parametro ambientale che più di altri ha condizionato la Geografia umana. Il legame è innegabile. In passato (più che negli ultimi secoli), ovunque si stanziassero, gli esseri umani dovettero adattarsi agli ambienti colonizzati, che consentivano determinate attività e determinati stili di vita. Infatti solo in determinati contesti geografici, piuttosto che in altri, poterono sorgere grandi civiltà e società complesse. Si aggiunga a ciò la capacità dell'uomo di "adattare" l'ambiente laddove possibile, grazie a basilari conoscenze tecniche di cui già si dotarono i nostri antenati più antichi. Alla luce di questo duplice aspetto "deterministico" e "possibilistico" si è cercato di valutare l'effetto di un fenomeno naturale così presente come la radiazione solare, sia nella genesi degli uomini che nella loro diffusione e affermazione planetaria.

Così dopo aver affrontato l'evoluzione dai primi ominidi all'*Homo sapiens sapiens*, si affronta il passaggio dalla grotta-abitazione alla abitazione interamente costruita secondo le esigenze scaturite dal luogo e dal momento. Il passaggio dalla abitazione all'insieme delle abitazioni, ovvero al villaggio, è una fase consequenziale legata fondamentalmente alla difesa dagli aggressori e al reciproco sostentamento.

L'abitazione e l'abitato sono espressioni culturali che valorizzano l'intelletto e lo stile di vita dell'uomo che, diventando agricoltore-allevatore stanziale, risolve buona parte dei suoi problemi immanenti e può dedicare tempo ed energie ad analizzare e spiegarsi fenomeni per lui trascendenti.

L'*excursus* si chiude allora proprio al momento in cui l'uomo, divenuto "pensante e creativo", prende coscienza di sé e dell'ambiente che lo circonda, evolvendo così dallo psichismo al teismo.

La complessità e l'interdisciplinarietà degli argomenti coinvolti ha indotto gli autori a dividere il volume in due parti. La prima che corrisponde esattamente al titolo del volume e la seconda a cui il lettore può far riferimento per acquisire quelle nozioni, sulle connessioni fra la radiazione solare e la biologia e la fisica terrestre, necessarie per meglio comprendere certi concetti di geografia astronomica e di fotobiologia, solamente accennati nella prima parte\*.

L'insieme degli aspetti antropici, geografici, biologici e fisici porteranno il lettore a capire che l'*Homo sapiens sapiens* è tale indipendentemente dal colore della pelle, colore legato solo al clima radiativo in cui l'uomo si è evoluto, e che non ha nulla a che vedere con tutte le altre caratteristiche umane siano esse fisiche o intellettive.

In altre parole gli autori (e non solo loro) sono convinti che le differenze fra le razze umane e fra gli individui sono solamente di tipo somatico e culturale e quindi inutilizzabili per una assurda e inutile classificazione qualitativa di tipo intellettuale e morale.

---

\* Benché il lavoro sia frutto comune tra gli autori Donatella Carboni ha curato, in particolare, la Prima Parte, mentre Fabrizio Benincasa e Matteo De Vincenzi la Seconda Parte. L'impaginazione e l'elaborazione grafica-fotografica sono di Gianni Fasano che con Matteo De Vincenzi e Alessandro Materassi ha curato il Glossario della Seconda Parte.

Ad esempio, le diverse culture, nello spazio e nel tempo, hanno quantificato la bellezza con parametri del tutto differenti. La bellezza di Venere si è fortemente “modificata” dall’era classica ad oggi; così, mentre nella nostra cultura la “bellezza” femminile ha spinto le donne verso l’anoressia, fra le popolazioni africane della fascia centrale la cultura dominante spinge le donne verso l’obesità. Chi ha ragione? Chi ha torto? Chi è culturalmente più evoluto, l’Occidente bianco o l’Africa nera? A nostro avviso siamo in presenza di pelli di colore diverso ma di uno stesso identicamente insensato atteggiamento.

È tempo di uscire dal buio dei nostri pregiudizi illuminando le nostre conoscenze con l’intelligenza che “muove il Sole e le altre stelle”.

Gli Autori

## PRIMA PARTE

### IL SOLE COME FATTORE DETERMINANTE NELLA GENESI, DIFFUSIONE E AFFERMAZIONE DELL'*HOMO SAPIENS SAPIENS*

Fin dalle sue origini nella scienza occidentale la parola razza è stata usata sia per classificare il fenotipo sia per ordinare gli uomini in tipologie inferiori e superiori. [.....] In decenni di insegnamento su questo argomento mi sono convinta che gli strumenti dell'antropologia possono essere efficacemente applicati sia alla comprensione delle razze sia all'eventuale eradicazione del razzismo. [.....]

Presentando razze e razzismo, in una scuola elementare, dissi che il popolo asiatico era indicato come giallo, i ragazzi risero rumorosamente affermando che era una sciocchezza perché nessuna persona è gialla. Un ragazzo osservò che le uniche persone gialle che conoscevano erano i Simpson!

Una generazione fa ogni ragazzo avrebbe capito che "razza gialla" significava persone cinesi.

L'ottimismo è d'obbligo!

*Carolyn Fluehr-Lobban* [25]



## CAPITOLO PRIMO

# IL CAMMINO EVOLUTIVO DELL'UOMO: DAGLI OMINIDI ALL'*HOMO SAPIENS SAPIENS*

### 1.1 Ambiente africano e le prime risposte dell'umanità primigenia

Per cominciare un'analisi del cammino evolutivo dell'uomo che lo ha portato a colonizzare ogni ambiente geografico del pianeta e per innestare in questo percorso l'influenza e le conseguenze che il Sole ha avuto in tale processo, dobbiamo porci un punto di partenza in un momento in cui poco avevamo di "umano". Se da un punto di vista geografico la scelta dell'Africa come "*punto 0*" è ormai talmente condivisa da non richiedere di soffermarsi, non è altrettanto facile collocarsi dal punto di vista temporale. Se si ammette una parentela tra scimmie antropomorfe e uomo e che essi abbiano avuto una evoluzione da un ceppo comune, si pone il problema di individuare il momento in cui è avvenuta la separazione delle due linee. L'elemento chiave per riconoscere le modalità e il momento della divergenza tra Ominidi e Panidi viene visto nelle modificazioni della colonna vertebrale e negli arti, cioè nell'apparato locomotore che si struttura diversamente, con una tendenza alla brachiazione nelle Antropomorfe africane e al raddrizzamento del corpo e alla locomozione bipede nella linea degli Ominidi [19, 23, 41]. Assumendo per vero questo fatto, possiamo collocare a prima di 4 milioni di anni fa le più antiche testimonianze di postura eretta in nostro possesso<sup>1</sup> e a 1,5 milioni di anni dopo, un aumento rilevante delle dimensioni del cervello [16]. La postura eretta avrebbe consentito uno sviluppo progressivo dell'encefalo [9], più facile da sostenere su una struttura scheletrica verticale, con lo spostamento in avanti del foro occipitale [19]. Accanto alle trasformazioni inerenti la locomozione vanno ricordate anche quelle relative alla dentatura (spessore dello smalto, cuspidi) correlate con la nutrizione e quindi con le risorse dell'ambiente. La dentatura si trasformò a causa di una dieta più granivora e onnivora.

In questo processo le condizioni geografiche e, direttamente o indirettamente, la radiazione solare hanno avuto un ruolo determinante. Queste trasformazioni non potevano avvenire o comunque non potevano affermarsi in un ambiente forestale. Soltanto un ambiente aperto, come la savana arborea o la prateria può aver consentito lo sviluppo dei primi bipedi.

Per la formazione di un ambiente aperto furono determinanti i cambiamenti climatici che seguirono la formazione della grande Rift<sup>2</sup> Valley (Miocene superiore)<sup>3</sup>. L'origine dei Rift risale più o meno all'Oligocene, ma a partire dal Miocene superiore vi fu una fase importante che portò ad un aumento dell'altitudine e dell'attività vulcanica in vicinanza dei Rift e di una grande zona compresa tra la Rift Valley occidentale e l'Oceano Indiano [12, 19]) (figura 1.1). In particolare, con la formazione della Rift Valley Africana, mutò progressivamente l'ambiente della parte orientale del continente [12, 23].

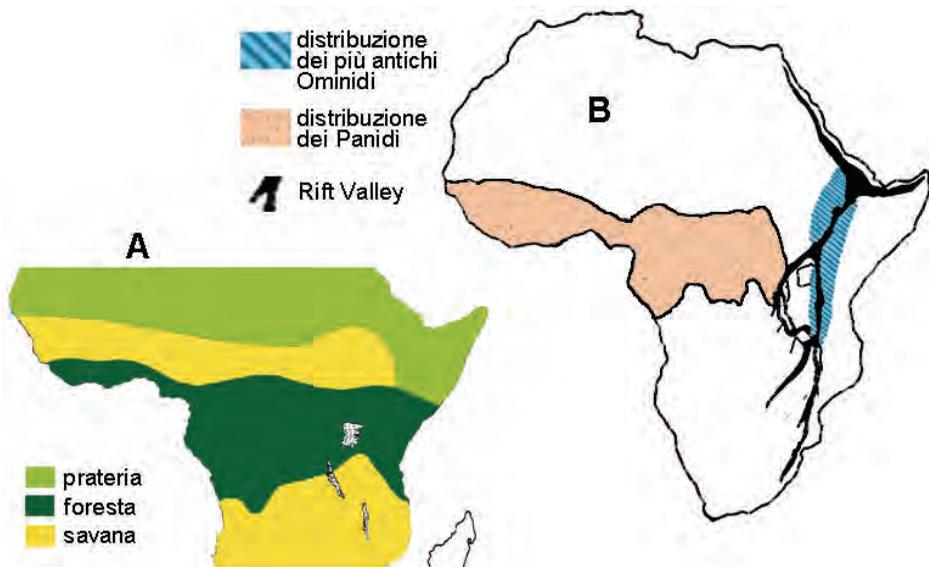


Figura 1.1 – Ambienti geografici africani prima (A) e dopo (B) la formazione della Rift Valley. L'habitat umido e boscoso si limitò alla zona occidentale del Rift mentre a oriente di questo si formò un paesaggio arido e aperto: il primo fu favorevole alle scimmie antropomorfe, il secondo agli ominidi (A: elaborazione da [13 p. 95]; B: elaborazione da [19 p. 186]).

Infatti questa frattura, di natura tettonica è rapidamente diventata una barriera ecologica. Le masse d'aria umida formatesi al di sopra del Golfo di Guinea hanno continuato ad innaffiare tutta la regione compresa tra l'Oceano Atlantico e la Rift Valley occidentale. Tra la Rift Valley e l'Oceano Indiano si è installato un regime stagionale con il paesaggio, di savane scarsamente alberate e di praterie, che ne deriva. L'Ovest è rimasto coperto, chiuso, l'Est è diventato aperto, scoperto [6, 12].

La radiazione solare intensa smise di essere seguita dall'apporto di umidità Atlantica, e la flora e la fauna dovettero adattarsi per sopravvivere alle nuove condizioni di aridità. La zona ad Ovest, che non mancava di risorse idriche, sviluppò una vegetazione rigogliosa e sviluppata in verticale, poiché tra le piante si instaurò una competizione per raggiungere la luce del Sole con la propria chioma [24].

La zona ad Est invece fu caratterizzata da vegetazione bassa e diradata, i pochi alberi presenti svilupparono chiome orizzontali (vedi paragrafo 3 Seconda Parte), per meglio intercettare la luce del Sole che arrivava molto alto sull'orizzonte (vedi paragrafo 2 Seconda Parte), rendendo l'ambiente arboreo più competitivo a causa dell'affollamento delle specie animali in esso presenti [8, 13, 19, 21].

Questa diminuzione dell'umidità, a partire dal Miocene, quindi, avrebbe portato le vie dell'evoluzione biologica a prendere due strade [12, 13]. Un ramo si sarebbe specializzato per una dieta vegetariana irrobustendosi per trarre massimo vantaggio dal nuovo ambiente (rendendosi però eccessivamente dipendente da esso)<sup>4</sup>, mentre, un altro ramo avrebbe preferito una via di mezzo poco specializzata che investì in una dieta variegata e in un sistema di controllo centrale più sviluppato, ossia il cervello<sup>5</sup>. Questa teoria, nota con il

nome di *East Side story*, fu formulata dall'antropologo Yves Coppens e spiegherebbe, da una parte, l'estrema ricchezza di testimonianze fossili di ominidi nell'area orientale del Rift e, dall'altra, la spinta propulsiva che separò definitivamente la nostra storia da quella delle scimmie attuali<sup>6</sup>. Non fu, sempre per citare il Coppens, l'ominide ad essere uscito dalla foresta, ma fu la foresta ad essersi ritirata tutta attorno a lui [12].

La modesta umidità unita alla forte insolazione equatoriale, pare ovvio che abbia esercitato, attraverso un ambiente ad erbe alte<sup>7</sup> e scarsamente arboreo, una pressione selettiva su quei primati che potevano trarre vantaggio da una struttura bipede permanente [19, 23, 41]. Il Primate che poteva raddrizzarsi e spostarsi sugli arti posteriori aveva un migliore controllo del territorio, ampliando il proprio campo visivo. Altri vantaggi possono essere visti nell'incremento dei vincoli sociali e familiari, infatti, la possibilità di procurarsi cibo e di trasportarlo al campo base familiare dovette favorire la divisione dei compiti fra maschio e femmina [23].

Quegli ominidi si dovettero adattare a vivere costantemente sotto un Sole dal quale difficilmente si poteva trovare riparo in un ambiente scarsamente arboreo come quello della prateria e della savana africana.

*“Il bipedismo può avere influito sulla vita degli Ominidi sostanzialmente in sei modi:*

- 1) *Vantaggio nel procurarsi frutti e bacche come cibo;*
  - 2) *Vantaggio nello sfuggire ai predatori (possibilità di guardare al di sopra dell'erba alta);*
  - 3) *Diminuzione della superficie cutanea esposta al Sole con riduzione dello stress termico dell'attività diurna;*
  - 4) *Liberazione dalle mani per l'uso di utensili;*
  - 5) *Riduzione della spesa energetica necessaria per l'andatura a bassa velocità;*
  - 6) *Aumento del successo riproduttivo”*
- [19, p. 180].

Il punto 3 risulta essere particolarmente interessante, in quanto, il processo evolutivo favorì quella specie di ominidi che grazie ad una stazione eretta prevalente e/o permanente riuscivano a regolare meglio la temperatura corporea [48]. Il bipedismo riduce, infatti, la capacità di raffreddamento per sudorazione e conserva l'acqua dell'organismo; l'orientamento verticale, inoltre, riduce al minimo l'esposizione solare diretta durante il momento della giornata quando la radiazione solare è più intensa e aumenta quella esposta alle correnti d'aria, questo limita il surriscaldamento dell'organismo (figura 1.2).

Tenendo in considerazione il punto 3 non ci sembra superfluo ricordare che i panidi poterono tranquillamente mantenere la loro postura prevalentemente quadrupede e solo occasionalmente bipede anche per il semplice fatto che *“la foresta si sarebbe conservata sopra di loro”* [12, p.35].

Quindi i panidi non avevano nessuna utilità ad alzarsi in piedi per scrutare un orizzonte celato dagli alberi e nessuna utilità ad alzarsi in piedi per ridurre uno *stress* termico dovuto ad un Sole perennemente celato dalla volta arborea della giungla equatoriale. Il ritrovamento nel 1992 dell'*Ardipithecus ramidus*<sup>8</sup>, datato attorno a 4,4 milioni di anni fa [23], può rappresentare il punto di partenza ideale per tracciare la nostra storia evolutiva. Tuttavia questo ominide era probabilmente ancora molto legato a un ambiente silvicolo, tipo foresta equatoriale. Ancora protetto dal Sole grazie alle chiome degli alberi, l'*Ardipithecus* probabilmente aveva una locomozione ibrida.

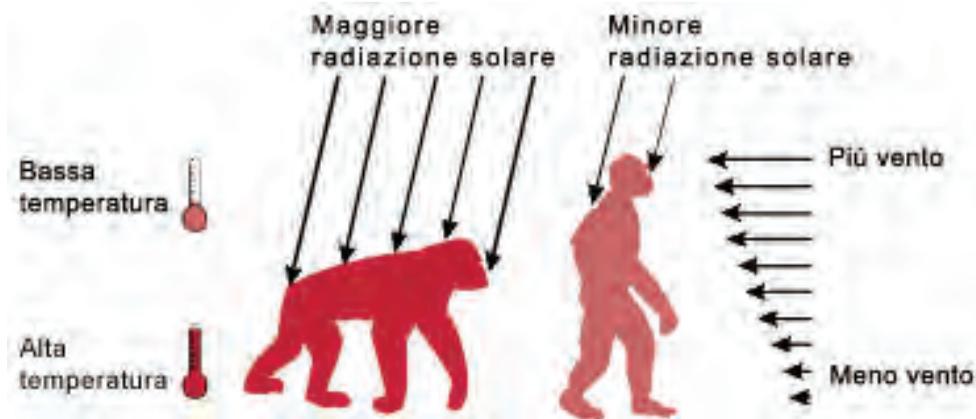


Figura 1.2 – Vantaggio della postura eretta in relazione alla temperatura (elaborazione da Paola Palanza, in <http://www.biol.unipr.it/~palanza/Evol-locomozione.html>).

La scoperta dell'*Australopithecus afarensis*, o meglio del suo scheletro fossile, nel 1974 nel bacino dell'Hadar in Etiopia, rappresentò un importante elemento di congiunzione con il nostro passato. L'esemplare meglio noto, *Lucy*, visse orientativamente 3,2 milioni di anni fa<sup>9</sup> [3, 6, 13, 23].

A causa della necessità di disperdere il calore profuso dalla radiazione solare, l'*A. afarensis* manterrà un rapporto massa corporea /superficie corporea tale da garantire una più efficiente termoregolazione. Questo rapporto si tradusse in un corpo più slanciato e poco largo, caratteristica che avrebbe contraddistinto il genere *homo*, come provano i reperti di *Homo erectus* [11]. I suoi spostamenti nella savana, comunque, ci documentano che la conquista degli spazi aperti, incominciata con il bipedismo, era ormai avanzata, anche Lucy e i suoi simili non erano pienamente adatti ad un ambiente aperto. Ma la loro discendenza perfeziona con l'andare del tempo le strutture per la locomozione bipede, aumenta la taglia e acquista una piena autonomia nell'ambiente forestale. Tutte le specie viventi infatti subiscono un lentissimo ma continuo mutamento, assumendo via via nuove caratteristiche che le rendono più adatte a sopravvivere in un determinato ambiente [5].

La specie seguente, prima della comparsa del primo esemplare appartenente al genere *homo* (*Homo habilis*), fu l'*Australopithecus africanus*<sup>10</sup> vissuta tra i 3 milioni e poco più di 1 milione di anni fa, una forma più evoluta di *A. afarensis*, ma ancora piuttosto gracile [3,17, 23] (figura 1.3).

Intorno a 2,3 milioni di anni vi fu un nuovo cambiamento climatico che determinò la diminuzione di umidità, in questo nuovo habitat si svilupparono sia forme australopithecine assai robuste, adatte grazie alla loro struttura masticatoria a una dieta più grossolana, sia forme più evolute, ormai umanizzate<sup>11</sup>.

Il primo gruppo darà origine agli australopitechi robusti il secondo al genere *homo* nel suo primo esponente noto come *Homo habilis* [6, 13, 41]. Soffermandoci brevemente su questo nuovo ceppo di australopitechi robusti possiamo inquadrare, grazie alle scoperte paleontologiche, due specie principali e ben documentate: *Australopithecus robustus*<sup>12</sup>, e *Australopithecus boisei*<sup>13</sup>.

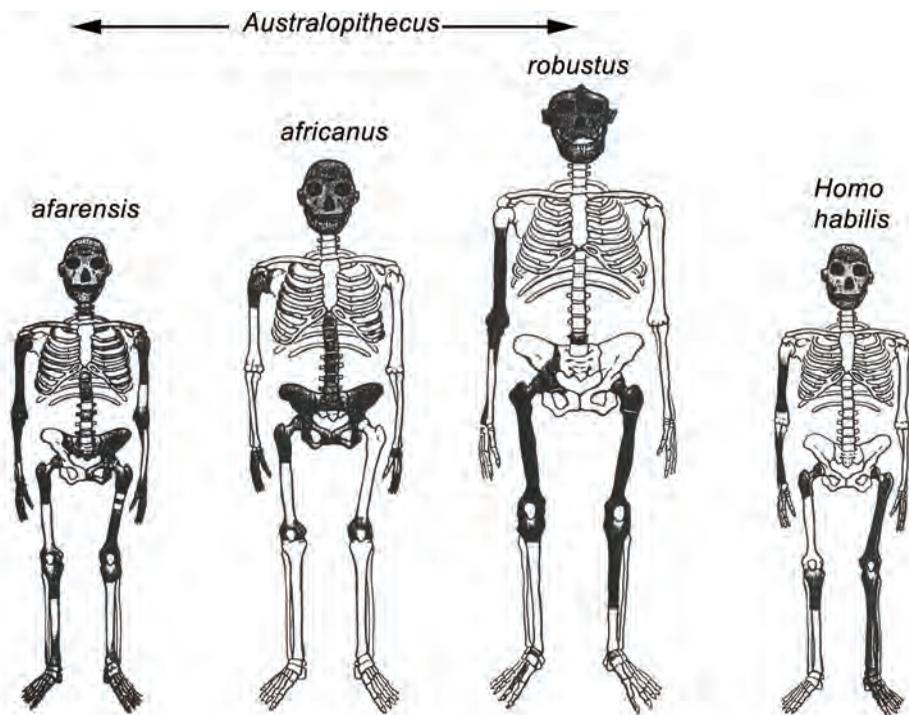


Figura 1.3 – Ricostruzione degli ominidi fossili africani a partire da frammenti, indicati in nero (elaborazione da [19 p. 239]).

Queste due specie avevano un apparato masticatorio estremamente pronunciato e adatto ad un'alimentazione coriacea e fibrosa essenzialmente a base di semi, tuberi, granaglie, noci, radici e bulbi [8, 13, 17]. Due forme adatte a ricavare massimo profitto dalle risorse vegetali di un ambiente soleggiato, arido e ostile.

È certo che gli australopitechi e l'*Homo habilis* convissero a lungo in Africa circa 2 milioni di anni fa [17], sfruttando ognuno i propri elementi distintivi della linea evolutiva<sup>14</sup>; così mentre gli australopitechi sfruttavano il loro adattamento altamente specializzato, l'*Homo habilis*<sup>15</sup> mantenne una dentatura poco specializzata che consentiva una dieta variata e, cosa più importante, cominciò ad ingegnarsi dando origine alla cultura grazie a un encefalo di oltre 600 cm<sup>3</sup> [19, 23].

Questo primo esponente della nostra linea evolutiva comparve probabilmente intorno a 2,3-2,2 milioni di anni fa come prodotto rapidamente adattatosi alla vita nella savana arida [19, 46] e alla conseguente ricerca di alimenti resa difficoltosa dal clima [3], anch'esso influenzato dalla radiazione solare. Infatti così come la ricerca di cibo fu un fattore determinante nell'evoluzione dei *robusti*, probabilmente lo fu anche per l'*H. habilis*. È possibile che il forte soleggiamento possa aver contribuito, sia pure in piccola parte, alla nascita della caccia e della tecnologia. Per il nomade-raccoglitore era certamente più facile mangiare i frutti della terra che inseguire una gazzella, ma nella savana le poche risorse alimentari vegetali sono tuberi e radici protette da un suolo, indurito dal Sole, che ne ostacola tenacemente l'estrazione.

L'*habilis* guardò allora all'altra risorsa alimentare della savana: la carne. Ma certamente non parliamo di un "predatore nato", l'*H. habilis* non aveva strutture anatomiche che possono suggerirci un ruolo di predatore.

Supponiamo quindi per ora una fase intermedia in cui magari si accontentasse di cibarsi di carogne abbandonate dai grandi predatori della savana. Ebbene incidere coi denti o con le unghie la pelle di una gazzella rimasta al Sole (peggio perché secca e indurita) sarebbe stata probabilmente un'esperienza dispendiosa e dolorosa [42]. All'*habilis* non restò che inventare primitivi lineamenti di tecnologia (industrie litiche, strutture di insediamento) e affinare le forme di socialità coi suoi simili. Molto probabilmente egli praticava già forme elementari di caccia a piccoli animali, le zone preferite per gli insediamenti erano vicine ai corsi d'acqua o ai laghi, egli, inoltre, doveva misurarsi anche con l'eruzione dei vulcani particolarmente attivi in Africa centro-orientale, che potevano costringerlo a cercare luoghi specifici in cui soggiornare [23].

Con la tecnologia poté costruire i primi strumenti<sup>16</sup> scheggiando la materia prima più "alla mano", materiale litoide di vario genere sia su ciottolo che su scheggia (basalto, lava, quarzite, ossidiana, selce e tufo) (figura 1.4). Nel contempo egli si organizzerà in gruppi di caccia e darà inizio ad aggregati sociali sempre più complessi in modo da realizzare strutture di protezione e rifugio forse anche per la lavorazione della selce [19].

La necessità di vincoli familiari più forti per accudire la prole, a motivo del più lungo periodo di dipendenza parentale, la caccia e le esigenze domestiche, una probabile forma di linguaggio articolata con valore simbolico dovettero richiedere l'organizzazione di accampamenti a carattere stabile per piccoli nuclei familiari. In varie località è infatti documentata l'organizzazione di accampamenti; ad Olduvai in Tanzania è stata messa in luce un'area circolare di circa 16 m<sup>2</sup>, delimitata da un cerchio di pietra, residuo di un muretto (o piccoli cumoli di sassi) che doveva rappresentare la base di una capanna o di un riparo fatto con rami (figura 1.5).

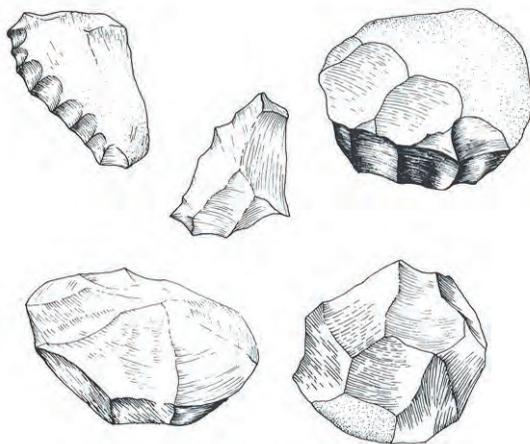


Figura 1.4 – I disegni evidenziano diverse tipologie di industria su ciottolo (*pebble culture* od Olduvaiana) risalente a oltre 2 milioni di anni fa dal nome della località in cui è stata ritrovata (da [19 p. 229]).



Figura 1.5 – Area circolare abitativa delimitata da pietre (I strato) del sito di Olduvai (in nero) che dovevano costituire la base di una capanna; essa presenta al suo interno pietre lavorate e ossa di animali (rispettivamente in verde e giallo). (da [23 p. 105]).

Un analogo riparo è stato trovato in Etiopia a Melka Kunturé. Probabilmente gli accampamenti erano formati da più capanne. Sono stati, inoltre messi in luce aree con accumuli di ossa e utensili di pietra, le quali vengono interpretate come luoghi di macellazione.

L'abbondanza di materiale scheggiato, di varie dimensioni, ritrovato in alcuni siti, suggerisce che potessero esserci aree in cui il materiale litico veniva portato per essere lavorato (località Gomboré I di Melka Kunturé).

Sembra quindi indubbio il ruolo che ebbe questo tipo di ambiente, prima delineato, sull'ominide che si trovò costretto a viverci. Probabilmente condizionò molto il suo processo di "sapietizzazione". Il suo successo è dovuto essenzialmente alla cultura. Il comportamento manifesta un'attitudine culturale nella tecnologia progettuale e nella simbolizzazione, elementi che si svilupperanno nel tempo, ma che appartengono ad una sfera che non è propriamente biologica.

Le conquiste tecnologiche esprimono capacità di padroneggiare la materia e attestano che l'uomo è capace di controllare e organizzare l'ambiente. Con l'*H. habilis* e la cultura Olduvaiana inizia quella fase che contraddistingue l'uomo dagli altri primati: la capacità di rapportarsi in modo cosciente con l'ambiente e di modificarlo secondo le sue esigenze e i suoi progetti [23].

## 1.2 I primi ominidi e le prime manifestazioni culturali

La cultura è un fattore assolutamente importante per il genere *homo*, rappresenta il tentativo di affrancamento dai dettami imprevedibili della natura. Infatti, come precedentemente affermato, fu proprio la mancanza di piogge frequenti e di umidità proveniente dall'Atlantico che smise di stemperare gli effetti della radiazione solare che, a causa della sua intensità a quella latitudine, creò una nuova nicchia ecologica particolarmente arida. In queste condizioni e a queste latitudini gli alberi risultano rari, isolati e dalle caratteristiche chiome a ombrello che consentono una maggiore intercettazione della radiazione solare. Questo ambiente è il trionfo delle piante erbacee, spinose e qualche legnosa xeroresistente (resistente alla siccità). Trovandosi in un paesaggio tanto ostile gli ominidi, per sopravvivere, dovettero necessariamente adattarsi. Ciò li indirizzò verso un potenziamento delle capacità intellettive. La pressione selettiva del nuovo ambiente portò ad un ulteriore incremento del cervello così come avvenne quando, adottando la postura eretta, l'ominide liberò gli arti superiori. Quindi sia il bipedismo che l'ambiente della savana ebbero nel Sole una causa diretta o indiretta [8].

Se prima veniva condizionato dall'ambiente geografico in ogni sua espressione, esso da ora avrà la possibilità di "aggiustare" (laddove possibile) quelle manifestazioni che si abbattevano negativamente su di lui<sup>17</sup>. "*La cultura non è ereditata attraverso i geni, ma è acquisita per apprendimento*" [18, 9 p. 127]. In conclusione, la caccia e l'esigenza di macellare le carcasse dovuta allo scarso sviluppo dei denti anteriori (e in piccola parte anche per gli effetti indotti dalle caratteristiche del clima radiativo prima citate), deve aver enormemente condizionato le Australopithecine a costruire i primi arnesi [9]. La selezione naturale non sarà più il fattore trainante per la nostra specie che riuscirà ad opporvisi proprio grazie alle straordinarie potenzialità della cultura. Da questo momento, oltre alle modifiche fisiche di natura biologica, l'uomo potrà ideare e costruire espedienti culturali polimorfici per proteggersi da agenti esterni come, in seno al nostro lavoro, il Sole e la sua radiazione. Ombrelli e vestiti, ripari o vere e proprie abitazioni, sono tra le più comuni realizzazioni che l'uomo ha creato per proteggersi dal Sole.

Gli Australopithecini *robustus* e *boisei* si estinsero tra 1,5 e 1 milione di anni fa<sup>18</sup> [8, 17, 27] lasciando al genere *homo* campo libero per la sua successiva affermazione. Non abbiamo prove che gli *habilis* avessero un qualche approccio metafisico col mondo da poter supporre forme d'arte o religione (che spesso risentono dell'importanza del Sole, dispensatore di vita, nelle loro manifestazioni), ma manufatti tecnologici come già detto sono abbondanti e documentati.

## 1.3 *Homo erectus*: cultura e prima migrazione

Alcune caratteristiche dell'*H. habilis* si sono modificate gradualmente portando a forme diverse. Questo stadio viene definito fase dell'*Homo erectus* che si colloca in base ai reperti e alle testimonianze tra 1,8-1,5 milioni di anni fa e 150.000 anni fa [13, 19, 23]. Lo caratterizzano un aumento generale delle dimensioni del corpo, una maggiore robustezza, una statura che in media va da 160 a 170 cm e l'aumento della capacità cranica (da 800 a 1250 cm<sup>3</sup>) [23]. L'Africa orientale ne conserva i rappresentanti più antichi [19], il deposito di Koobi Fora (Kenya), attesta la presenza di *Homo erectus* a 1.600.000 anni fa, con il

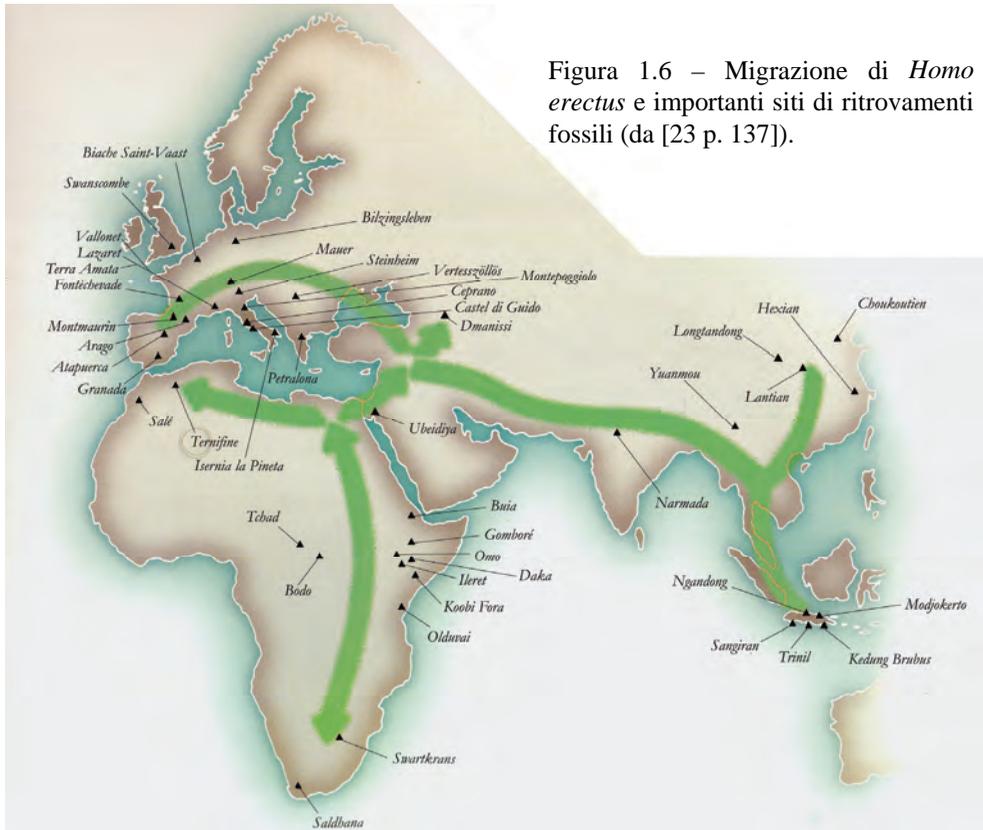
ritrovamento di un cranio di circa 850 cm<sup>3</sup>; altri reperti provengono dalla gola di Olduvai (Tanzania), da Swartkrans (Repubblica Sudafricana), dall'Etiopia e dall'Africa settentrionale (Algeria). Per le forme africane più antiche di *H. erectus* è stata proposta da alcuni studiosi la denominazione di *Homo ergaster*<sup>19</sup> [27].

L'arco di tempo in cui visse l'*Homo erectus* fu segnato da condizioni climatiche più estreme, l'emisfero boreale sarà colpito dall'alternarsi di periodi glaciali e interglaciali, l'emisfero australe da periodi di maggiore o minore piovosità. L'*H. erectus* deve affrontare un ambiente difficile ciò gli è stato possibile non solo per la sua più forte struttura fisica ma anche grazie alla "tecnica". Questa specie sarà la prima ad uscire dall'Africa e ad avere un'ampia diffusione geografica nel blocco eurasiatico; infatti, l'*Homo ergaster/erectus* uscì per primo dall'Africa a più riprese a partire da ca. 1,7 milioni di anni fa [8, 9, 16, 41, 43]. Dall'Africa settentrionale *Homo erectus* passò in Asia attraverso la via del Vicino Oriente; le caratteristiche naturali possono aver avuto, e sicuramente ebbero, notevoli condizionamenti sulle vie scelte dall'uomo per l'espansione in nuove terre<sup>20</sup>. La barriera fisica costituita dal blocco di catene montuose che dal Caucaso si dipana sino all'Himalaya passando per l'Hindu Kush può aver costretto l'*H. erectus* a muoversi per l'attuale Iran attraverso il subcontinente indiano [6, 23]. Seguendo i meccanismi che possono spingere una specie a migrare possiamo supporre che l'*H. erectus* si spostasse a causa di condizioni fisiche di natura climatica o seguisse gli spostamenti delle prede, ovvero che in sintesi cercasse ambienti migliori dove procurarsi il cibo (solo l'*Homo sapiens s.* dimostrerà una certa attitudine di esplorazione spinto da curiosità e spirito di conoscenza) [41]. Le cause sopracitate possono essere state influenzate da un'intensa o da una scarsa radiazione solare [23], ma senza dubbio la migrazione verso nicchie ecologiche tanto diverse da quelle delle savane africane ha costituito una spinta evolutiva potente per i cambiamenti del modello di vita dell'*H. erectus* [43] (figura 1.6).

In seguito l'*H. erectus* si sarebbe spinto verso Nord-Ovest in Europa centro-meridionale<sup>21</sup>, e verso Nord-Est nel Caucaso<sup>22</sup>, in India<sup>23</sup> e infine nell'Estremo Oriente<sup>24</sup>. Alcuni antropologi sostengono, in riferimento a questo punto, che vi possono essere state due migrazioni dell'*H. erectus*: la prima attraverso la Cina settentrionale<sup>25</sup>, l'altra lungo la costa meridionale dell'Asia verso l'isola indonesiana di Giava<sup>26</sup> [15] e di Flores<sup>27</sup>. L'*H. erectus* colonizzò la fascia intertropicale di Africa e Asia, spingendosi raramente a latitudini superiori<sup>28</sup> periglaciali [28] dove le sue conoscenze culturali erano ancora troppo scarse per affrontare le sfide del freddo glaciale<sup>29</sup>.

Come testimoniato dal ritrovamento di *H. ergaster* di Nariokotomè, ci troviamo davanti ad individui nati per resistere ad ambienti soleggiati, con arti inferiori adatti a lunghe marce in spazi aperti e accidentati, sotto un Sole che rendeva l'ambiente sempre più caldo e secco [43]. Ma, com'è noto, gli individui meno adatti al proprio ambiente muoiono più facilmente e hanno meno figli, mentre quelli più adatti trasmettono le proprie caratteristiche a un maggior numero di discendenti (quella che Charles Darwin chiamò *selezione naturale*). La selezione naturale e l'adattamento rendono possibile sia l'evoluzione della specie, sia la trasformazione di una specie in un'altra nel corso di lunghissimi periodi di tempo [5].

Figura 1.6 – Migrazione di *Homo erectus* e importanti siti di ritrovamenti fossili (da [23 p. 137]).



La capacità di adattarsi, ora grazie anche alla cultura, fece sì che l'*H. erectus* potesse affrontare le nuove sfide di nuovi continenti, differenti dall'Africa per climi e morfologia. La migrazione verso le zone temperate lo portò probabilmente a fare i conti con nuove situazioni ambientali determinate da nuovi climi radiativi (figura 1.7). L'*H. erectus* comincerà a vestirsi, trattando le pelli di animali più abituati di lui a quel clima. Ma spostandosi verso nord l'intensità della radiazione solare si riduce progressivamente e con essa si riduce la componente ultravioletta, UV, (vedi paragrafi 1 e 3 Seconda Parte) rendendo più difficile, al derma delle persone di pelle scura, la fotosintesi di livelli adeguati di vitamina D, indispensabile per la regolazione del metabolismo del calcio (formazione delle ossa, azione anti-rachitica) (vedi paragrafo 3 Seconda Parte).

La radiazione UV esercita un'azione positiva sui tessuti cutanee, ma nel caso di un eccesso di radiazione l'azione è dannosa in forma più o meno grave. L'effetto positivo viene esercitato dalla radiazione compresa fra le lunghezze d'onda di 320 nm e 400 nm (notevole potere battericida e terapeutico, indispensabili per l'accrescimento scheletrico, per il mantenimento e la riparazione del tessuto osseo), l'effetto negativo viene esercitato sul derma dalla radiazione compresa fra 250 e 315 nm. Per evitare o limitare i danni da radiazione UV (eritemi, tumori cutanei, ecc.) i melanociti della pelle producono un pigmento scuro (melanina) che impedisce l'eccessiva penetrazione dell'UV che potrebbe danneggiare il derma (vedi paragrafo 3 Seconda Parte). Pertanto se nelle regioni a forte radiazione solare durante l'anno

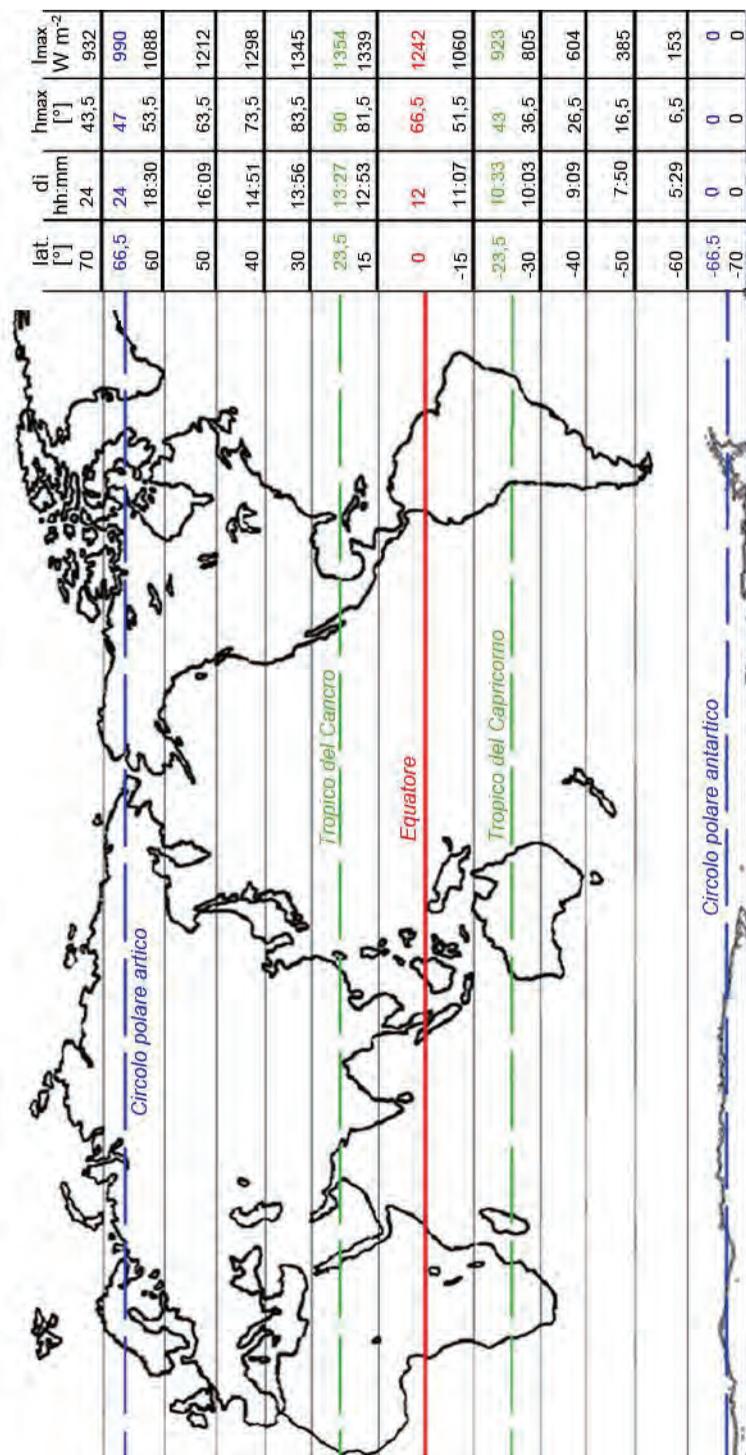


Figura 1.7 – Emisfero Nord, al mezzogiorno locale, solstizio d'estate. Emisfero Sud, al mezzogiorno locale, solstizio d'inverno. Per dettagli vedi paragrafo 2 Seconda Parte.

Per ogni parallelo sono indicati, nell'ordine:

- durata del dì in ore e minuti,
- altezza massima del Sole in gradi ( $h_{max}$ );
- potenza radiativa massima teorica in watt per metro quadro ( $I_{max}$ ).

non fosse geneticamente fissata una pigmentazione cutanea accentuata (pelle nere per effetto della melanina), l'organismo sarebbe soggetto a forti rischi. Man mano che ci si allontana dalle regioni più intensamente irradiate, diventa sempre più importante che la pelle non sia troppo pigmentata. Poiché anche l'iperproduzione della vitamina D è dannosa per l'uomo (nausea, diarrea, ipercalcemia, ipercalcemia, poliuria, calcificazione dei tessuti molli) la depigmentazione della pelle dell'*H. erectus* alle alte latitudini è stata meno intensa.

Gli individui meno adatti alla sopravvivenza in un determinato ambiente, tenderanno ad avere uno scarso, o nullo, successo riproduttivo e più facilmente soccomberanno alle avverse condizioni ambientali. Alle medie latitudini un cacciatore di pelle scura avrà le ossa fragili per un deficit di calcio legato, in conseguenza al colore della pelle, a una scarsa produzione di vitamina D. Ciò espone l'uomo con pelle più scura a un maggiore rischio di fratture, se non di morte, durante la caccia o durante gli scontri con gli altri individui, nella fase della sua vita di maggiore fertilità; come conseguenza il successo riproduttivo sarà minore. Gli individui resistenti aumenteranno di numero nel corso delle generazioni, perché gli altri moriranno senza riprodursi o riproducendosi scarsamente. Dopo un certo numero di generazioni, la popolazione potrà risultare composta soltanto da individui resistenti. Il colore della pelle è solo un esempio di selezione naturale nella specie [5]. Questo è sicuramente accaduto alla specie *H. erectus* che, grazie anche alla deriva casuale legata alla dimensione demografica, ha favorito gli individui più idonei, quelli più adatti a propagare i geni pertinenti attraverso la propria discendenza [43].

A testimonianza di ciò scoperte archeologiche in Turchia hanno riscontrato, in reperti fossili di *H. erectus*, problemi sia alle ossa sia di tubercolosi (*Leptomeningitis tuberculosa*). Ciò potrebbe essere giustificato dalle variazioni stagionali dell'insolazione nelle zone temperate, unitamente alle variazioni in base alla latitudine. Queste condizioni di natura fisica sarebbero risultate dannose unitamente al fatto che, quelle popolazioni provenienti dalla Africa, avevano ancora la pelle scura [35]. Sicuramente la migrazione dell'*H. erectus* fu molto rapida e solo gli individui meno pigmentati poterono avere una discendenza con pelle sempre più chiara in grado di sopravvivere alle latitudini maggiori.

Da un punto di vista culturale l'Era dell'*H. erectus* fu caratterizzata da grandi conquiste. Il fuoco, una società e un linguaggio più complessi, la capacità di realizzare indumenti, una industria litica più raffinata e la possibilità di costruire accampamenti migliorarono sensibilmente la vita dell'*H. erectus*, che poté controllare con più facilità il territorio.

Il fuoco fu forse la prima conquista che conferì all'uomo il potere sia di modificare la sua vita, sia di condizionare efficacemente l'ambiente circostante. Probabilmente per molto tempo sfruttò i fuochi che la natura gli offriva, per esempio quelli scaturiti dalla lava vulcanica o da incendi dovuti ai fulmini. La scoperta della sua produzione non fu un evento unico e isolato nel tempo a cui poi seguì una diffusione, con ogni probabilità il fuoco fu "scoperto" e dimenticato più volte e in più luoghi. La testimonianza più antica di un più o meno certo utilizzo volontario del fuoco è ancora una volta africana, datata a 1,4 milioni di anni fa (Cesowanya, regione del Lago Baringo in Kenya). Mediante il fuoco la strategia per fronteggiare le diverse situazioni si arricchì. Il fuoco come mezzo di protezione dal freddo consentiva di affrontare temperature più rigide, all'aperto e in grotta. Inoltre consentì di difendersi meglio dai predatori che, impauriti dai suoi bagliori, si tenevano lontano dagli accampamenti specialmente di notte. Verosimilmente veniva usato per dirottare mandrie di animali verso trappole, come testimoniato da Torralba (Spagna), ad opera di cacciatori di elefanti di circa 400.000 anni fa. Ma soprattutto l'impiego del fuoco per la cottura del cibo portò

un indiscutibile vantaggio per la dieta e fu elemento di coesione della famiglia e del gruppo [ 3, 8, 23, 41].

*“Ma la coesione dell’aggregato e del gruppo, la cooperazione e la vita sociale, l’esplorazione, la conquista del territorio, lo sviluppo della tecnologia, sono stati possibili in forza del linguaggio articolato e simbolico, di un linguaggio, cioè, a cui l’uomo ha saputo dare contenuti e significati sempre nuovi. Una visione globale delle manifestazioni culturali dell’uomo preistorico è coerente con una comunicazione verbale e simbolica. [...] ciò che doveva caratterizzarlo (il linguaggio) era il significato che avevano i suoni e i gesti, un significato con valore simbolico per lasciare tracce nella cultura e progredire nel tempo.”* [23 p. 147].

Tra i nuovi prodotti culturali abbiamo già citato le industrie litiche più raffinate. Dal ciottolo scheggiato passiamo al bifacciale lavorato su due lati per essere più tagliente e funzionale. È la cosiddetta cultura Acheulana (da Saint Acheul, Francia), comparsa 1,4 milioni di anni fa [19]. Durante questo arco di tempo si sviluppa anche la percussione indiretta che consiste nell’interporre uno scalpello di osso o di legno tra il percussore e l’oggetto da ritoccare [9]. Materiali più lavorati e più complessi permetteranno all’uomo un maggiore impatto sul territorio e un migliore controllo ambientale. Inoltre, tracce di accampamenti all’aperto connotati da spazi delimitati da cerchi in pietra, all’interno dei quali sono state messe in luce industrie litiche e ossa di animali cacciati dall’*H. erectus* e trasferiti nell’accampamento per il necessario sostentamento del gruppo familiare. A Melka Kunturé (Etiopia) piccoli ammassi di pietre, risalenti a 1,6 milioni di anni fa, segnerebbero i luoghi di collocazione di paletti destinati a formare le basi di una capanna, probabilmente coperta di rami. Una volta esaurite le risorse disponibili su un territorio l’uomo si spostava in altri spazi vicini, preferibilmente ubicati nei pressi di corsi d’acqua, dove egli poteva raccogliere materiale litoide, da cui ricavare manufatti, e che potevano fornirgli selvaggina e prodotti vegetali. A volte oltre ai campi base per la famiglia si trovavano accampamenti provvisori per i cacciatori che si allontanavano dal campo base per praticare la caccia [23].

La base biologica che permise tutto ciò è stata, come già detto, lo sviluppo e il potenziamento del cervello, che nell’*H. erectus* superò il volume<sup>30</sup> di 800 cm<sup>3</sup> [19], in tal caso l’incremento di cellule cerebrali si sarebbe verificato fondamentalmente per resistere meglio alle situazioni di stress termico durante le corse su lunga distanza nell’inseguimento protratto di alcune prede [27].

Ai fini di questo lavoro, che considera il Sole un fattore determinante nella diffusione e nell’affermazione dell’*Homo sapiens*, ci sembra particolarmente interessante la teoria di K. Fialkoswsky (1987) secondo cui le capacità intellettive sarebbero un effetto collaterale, non previsto, dell’aumento della massa cerebrale. La causa principale dell’ingrandimento dell’encefalo non sarebbe stata, secondo questa ipotesi, la necessità di pensare e sviluppare la cultura, ma il bisogno di difendersi dallo stress termico, e solo dopo si sarebbe innestata la possibilità di pensare. *“In presenza di un forte stress termico, come quello provocato da una corsa prolungata sotto il Sole, l’efficienza delle cellule cerebrali degrada più facilmente rispetto a quella delle cellule degli altri organi.”* [1 p. 78]. *“L’Homo erectus si era dotato di un grande cervello per correre sotto il Sole africano. Il suo successore, l’Homo sapiens, sfruttò questo regalo evolutivo, trasformando il cervello in una «macchina per pensare»”* [26 p. 162]. Il rapporto tra irraggiamento solare e forma del cranio è stato già da tempo ipotizzato [43].

## 1.4 *Homo neanderthalensis* in Europa

Fra 500.000 e 400.000 anni fa comparvero forme più evolute di *H. erectus*, comunemente note col nome di *Homo sapiens* arcaico; esse erano caratterizzate da una capacità cranica di circa 1100-1300 cm<sup>3</sup> [19]. Secondo la teoria classica le forme di *H. sapiens* arcaico si sarebbero differenziate morfologicamente lungo linee geografiche diverse. L'*Homo sapiens* arcaico viveva sia all'aperto che in grotte e ripari sotto roccia; in gran parte dei siti sono riconoscibili le tracce del fuoco. In molti siti sono comuni ritrovamenti di ossa animali e in alcune di queste sono evidenti tracce di macellazione [19].

Mentre in Europa la linea *sapiens* arcaica porterà alla forma neandertaliana, in Africa andò, forse, verso l'*H. sapiens* moderno, mentre nell'estremo oriente le popolazioni rimasero sostanzialmente simili all'*H. erectus* [27]. L'ultimo antenato comune a noi e all'*H. neanderthalensis* (*H. heidelbergensis*), circa 500.000 anni fa, si adattò in Europa ai climi più rigidi dovuti alle glaciazioni che si susseguirono in tempi molto ravvicinati. I neandertaliani si evolsero in Europa<sup>31</sup> e la popolarono prima dell'*H. sapiens s.* (figura 1.8). Attraverso un processo di selezione naturale e di deriva genetica casuale<sup>32</sup> essi emersero in una forma conclamata 130.000 anni fa. Da quel momento in poi si distribuirono più o meno continuamente dalla Spagna alla Russia meridionale; 80.000 anni fa avevano esteso la loro varietà evolutiva all'Asia occidentale. Persistettero in Europa e in Asia occidentale almeno fino a 50.000 anni fa e forse in alcuni posti fino a 30.000 anni fa [37].

Il periodo in cui visse questo ramo collaterale del genere *H. sapiens* arriva quasi alla massima estensione della glaciazione würmiana (circa 20.000 anni fa). Gli effetti della

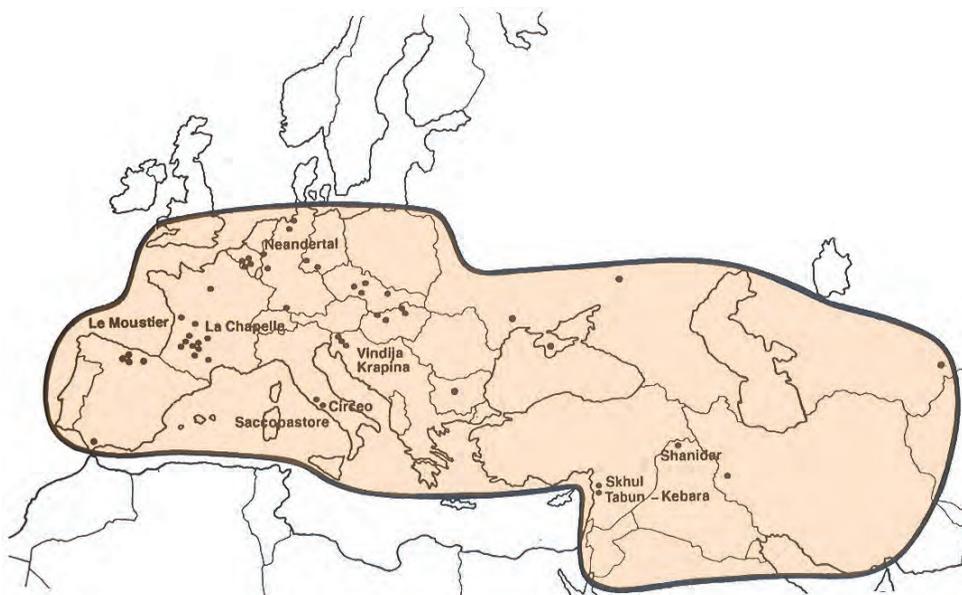


Figura 1.8 – Aree geografiche di *H. neanderthalensis* (elaborazione da [19 p. 301]).

glaciazione sul genere *homo* sono macroscopici se osserviamo le differenze tra *H. neanderthalensis* e *H. sapiens* s. I neandertaliani vengono distinti per le loro teste larghe<sup>33</sup>, i tronchi massicci, relativamente corti e gli arti potenti.

Arti corti e corpo massiccio avrebbero aiutato *H. neanderthalensis* a conservare meglio il calore corporeo. “Un elemento determinante per i meccanismi di termoregolazione negli animali è, infatti, la quantità di superficie disponibile alla dispersione del calore” [45]; il giusto rapporto tra superficie e massa si fa perciò determinante ai fini della sopravvivenza<sup>34</sup>. Un adattamento al freddo sarebbe invece la relativa brevità dell'avambraccio e della gamba in accordo con la cosiddetta regola di Allen<sup>35</sup>.

I ritrovamenti sia di La Chapelle-aux-Saints sia di La Ferrassie (Francia) mostrano la caratteristica regione nasale allargata, particolarità morfologica attribuita all'adattamento al clima freddo dell'epoca glaciale. Bisogna sottolineare che questo tratto si riscontra, però, anche in popolazioni adattate a climi più caldi<sup>36</sup>.

Queste furono senz'altro una risposta adattativa, alle condizioni climatiche glaciali, utile a resistere in quelle terre in cui il minor soleggiamento aveva costretto quel ramo del genere *homo* ad una vita tra i ghiacci (si vedano figure 18 e 19 nella Seconda Parte). A dimostrazione di ciò si può citare la parte dello scheletro ritrovato nella valle di Neander in Germania; l'accentuata curvatura del femore fece pensare in un primo momento ad un caso di rachitismo, agli inizi degli anni Settanta l'ipotesi che l'individuo soffrisse di un deficit di vitamina D venne riproposta da Ivanhoe. Tra gli esseri umani oggi viventi le caratteristiche fisiche del neandertaliano vengono riscontrate nei popoli dell'Artico. È significativo osservare, infatti, che le capacità craniche più elevate nelle popolazioni attuali si riscontrano negli Inuit (eschimesi); le maggiori dimensioni cerebrali medie dei neandertaliani rispetto agli europei potrebbero spiegarsi quindi con la maggiore efficienza metabolica di un cervello grande nei climi più freddi, sebbene l'*H. neanderthalensis* non affrontò mai il clima artico [8, 19].

Le caratteristiche biologiche dei neandertaliani sembrano averli ben equipaggiati per superare al meglio l'impatto ambientale; ma non c'è dubbio che se essi non avessero arricchito il proprio bagaglio di conoscenze rispetto agli antenati, *H. heidelbergensis*, non avrebbero superato le condizioni avverse. Siamo nell'ultima glaciazione, i ghiacci scendono fino a coprire gran parte dell'Europa centrale e orientale, il clima è ostile, la vegetazione spesso scarseggia pertanto per sopravvivere è indispensabile imparare tecniche di caccia nuove sfruttando strategie diverse (sciacallaggio, trappole a fosso) [43].

Le manifestazioni culturali e le “tecniche” di questa specie sono sorprendentemente simili a quelle del *H. sapiens*, sebbene ricordiamo si tratti di specie diverse. Essa aveva un tipo di coesione sociale “moderna”, per cui gli individui vecchi o menomati non venivano abbandonati, ma mantenuti dalla comunità [19]. A questa specie si attestano le prime sepolture che indicano non tanto l'acquisizione della coscienza della morte (che può benissimo essere avvenuta prima), ma la creazione dell'aura del rispetto dei morti tipica di società più “umane” capaci di approcci metafisici più raffinati. I neandertaliani fronteggiavano l'ambiente sia con la loro struttura fisica robusta, sia con innovazioni culturali nel campo delle industrie litiche in cui predominano raschiatoi, punte e denticolati (industrie musteriane, Paleolitico medio - compreso fra 120.000 e 30.000 anni fa -, il cui nome proviene dai ripari sotto roccia di Le Moustier in Francia). L'innovazione tecnologica nella lavorazione della pietra è chiamata tecnica Levallois, dal sito nei pressi di Parigi, in cui essa è stata identificata; questa tecnica testimonia che i neandertaliani avessero raggiunto capacità

progettuali [43]. I neandertaliani fabbricavano anche oggetti in legno, mentre pochi sono i manufatti d'osso e rari gli oggetti artistici e ornamentali [19, 23].

Un certo grado di pianificazione lo si coglie anche dall'organizzazione dello spazio abitativo; è molto probabile che i gruppi umani di epoca neandertaliana fossero in una certa misura seminomadi e avessero dei siti stagionali. Lo studio dei siti musteriani e del Paleolitico superiore (compreso fra 30.000 e 10.000 anni fa) in Israele ha permesso di mettere in luce i seguenti sistemi occupazionali:

- 1) campi base semipermanenti in prossimità di corsi d'acqua perenni, laghi o coste marine,
- 2) siti temporanei, probabilmente vicini a fonti di approvvigionamento alimentare o di utensili, con uno schema di tipo itinerante da un luogo all'altro.

Essi utilizzavano sicuramente alimenti di tipo vegetale e nello stesso tempo davano la caccia ad animali più o meno grossi, le cui ossa venivano utilizzate anche a scopo non alimentare [19, 43].

I neandertaliani si spostavano da un luogo all'altro, ma secondo una stima effettuata sui siti della Francia sud occidentale basata sulla percentuale di selce presente in essi, i neandertaliani effettuavano spostamenti in un raggio di 50 - 80 km per anno. Ciò comporta uno scambio ridotto di relazioni sociali intergruppo e di conseguenza il ristagno dei comportamenti tradizionali. L'uomo di Neandertal dominava il fuoco: esso fabbricava focolari a diversa tipologia, a pozzetto o su lastra in pietra [43].

Uno degli aspetti più interessanti che riguardano lo psichismo dei neandertaliani è, senza dubbio, rappresentato dal dibattito suscitato dalla loro capacità di utilizzare il linguaggio articolato; di indubbio interesse è il ritrovamento di un osso joide<sup>37</sup> a Kebara, ma ulteriori ritrovamenti sono necessari per far luce sul quesito [19].

Le cause dell'estinzione sono incerte e danno ancora spazio al dibattito. C'è chi ha optato per un genocidio commesso dai *sapiens* provenienti dall'Africa [23]; infatti l'*H. neanderthalensis* e l'*H. sapiens s.* vagavano per le stesse regioni dell'Europa e dell'Asia occidentale fino a quando l'*H. neanderthalensis* si estinse 30.000 anni fa. Mentre nuove prove genetiche spostano il dibattito dal genocidio all'ibridazione delle due razze [14], sebbene questa ipotesi per i più sia da scartare. Quel che oggi appare certo è che, per qualche vantaggio biologico o culturale, la forma migrante avrebbe alla lunga sostituito quella autoctona [23]. Malgrado il possibile riconoscimento reciproco di somiglianza tra le due specie e il conseguente ipotetico scambio culturale, le diverse modalità di vita e organizzazione sociale tra *H. sapiens* e *H. neanderthalensisensis* (i primi con forme di società patriarcale, i secondi matriarcale) avrebbero infine premiato quelle più affinate e soprattutto più adatte all'ambiente dei nuovi colonizzatori [27].

Quel che appare certo, da studi più recenti, è che l'ipotesi del cambiamento climatico "fatale" sia da scartare [31].

Una teoria abbastanza particolare, suggerita da alcuni studiosi, che citiamo giusto perché inerente al nostro lavoro, vedrebbe come causa di estinzione una grave forma di rachitismo endemico nella popolazione neandertaliana "ancora nera" e quindi incapace, alle latitudini raggiunte, di sintetizzare sufficienti quantità di vitamina D. Solo la linea *H. sapiens s.*, nei quali era comparsa la depigmentazione, fu selezionata e poté continuare nel cammino evolutivo verso le forme attuali [43]. Qualcosa di molto simile a quanto abbiamo visto accadde a quegli esponenti dell'*H. erectus* che invadevano le zone temperate una volta usciti fuori dall'Africa. Ma visto l'arco di tempo molto ampio in cui visse il

Neanderthal, pare più logico pensare che questo *H. sapiens* europeo sia stato tra i primi uomini a “sbiancare”. Considerando che la pesca, e quindi la fonte per eccellenza di vitamina D, era all’epoca una pratica troppo modesta per poter garantire un apporto significativo di tale sostanza [40], la pelle chiara sarebbe stata un requisito indispensabile per sfruttare al meglio, alle latitudini europee, la minore radiazione solare rispetto alle latitudini africane (vedi figura 1.7, pag. 13).

## 1.5 La migrazione e la diffusione dell’*Homo sapiens sapiens*

L’*H. sapiens* moderno affonda le sue origini in Africa da 150.000-100.000 a 70.000 anni fa [43]. I primi reperti sono stati rinvenuti in Africa meridionale (Border Cave e alla foce del fiume Klasies in Sudafrica) e in Africa orientale (Omo Kibish in Etiopia). La datazione è compresa tra 70.000 anni e 120.000 anni [43]. La capacità endocranica varia da popolazione a popolazione, va da 1010 a 2000 cm<sup>3</sup>; le modificazioni del cervello sono legate ad una sua generale ristrutturazione tale da favorire comportamenti ed attività intellettuali più elevate [19]. Già 35.000-10.000 anni fa le forme di *sapiens* erano avviate al politipismo dell’uomo moderno [23] e in forza di acquisite capacità culturali superiori si sarebbero preparati di lì a poco a migrazioni planetarie, sostituendo gli ominidi coevi [27]. La modalità della comparsa e dell’affermazione dell’*Homo sapiens sapiens* (o uomo anatomicamente moderno) è ancora oscura. Tra le varie teorie<sup>38</sup> la più accreditata è quella delle origini africane (*Out of Africa*). Questa teoria gode ad oggi di maggiori sostenitori, grazie anche all’ausilio della genetica che ha rintracciato attraverso lo studio delle testimonianze ereditarie, l’esistenza di un antenato comune (*Eva mitocondriale*<sup>39</sup>) a tutte le popolazioni viventi [27].

La teoria presume l’esistenza di una “culla” dell’umanità nell’Africa subsahariana dove si originò la specie *sapiens s.* tra diversi gruppi di ominidi sui quali ebbe la supremazia. Supremazia che mantenne e impose anche agli altri ominidi che incontrava fuori dall’Africa dopo essersi diffuso su tutta la Terra a seguito di lunghissime e straordinarie migrazioni in tutti i continenti [8, 27, 29, 43, 44]. Alla partenza, l’*H. sapiens s.* non sapeva che territori avrebbe percorso e che condizioni climatiche avrebbe incontrato, ma seppe affrontare, a volte con fatica, le nuove sfide che gli si presentavano.

Abbiamo visto che le condizioni ambientali indotte dal Sole hanno costretto l’ominide primitivo a continui adattamenti. Non sorprenda dunque che unitamente alle necessità della caccia e alla volontà di esplorazione (tipica degli uomini moderni) i nostri più lontani antenati migrarono dall’Africa alla ricerca di climi migliori, di ambienti più miti, di terre più ricche di risorse.

I nostri lontani antenati erano negri; quando l’*Homo sapiens s.* apparve in Africa nella sua forma primitiva, circa 150.000 anni fa, non sarebbe sopravvissuto nudo sotto il Sole equatoriale con la pelle “bianca” e gli occhi “azzurri”. Danni alla vista, ustioni estese e melanomi sarebbero stati un destino a cui questo improbabile antenato “bianco” sarebbe rapidamente andato incontro (e al quale va incontro tutt’oggi anche alle medie latitudini quando non prende quelle precauzioni che spesso sono in contrasto con le moderne “necessità” estetiche).

## 1.6 Le condizioni geografiche del punto di partenza

Si parta dall'ambiente arido intertropicale d'origine. È ormai noto che una pelle scura protegge da quei raggi UV che altrimenti arrecherebbero i danni sopracitati. Questa modifica si rese necessaria quando la nostra specie cominciò nel tempo a perdere il pelo. Gli animali si difendono dal Sole con tecniche diverse, spessore e tipologia di pelle, colori e rivestimenti cutanei, abitudini di vita, ecc. Fra i mammiferi la difesa più comune è una pelliccia diffusa che copre la pelle, la quale altrimenti sarebbe esposta al Sole. La domanda sorge spontanea: perché allora l'uomo invece di mantenere la peluria da mammifero imbrunì la pelle? A questa domanda si è cercato di rispondere adducendovi cause ambientali. Lo sviluppo encefalico, accompagnato dalle relative capacità intellettive superiori, avrebbe tenuto l'ominide sempre sull'orlo del surriscaldamento<sup>40</sup> [32, 48], sicché il forte irraggiamento africano può aver portato a delle modifiche nella pelle dei primi ominidi per evitare un eccessivo stress termico. Per ridurre i rischi di surriscaldamento perse la maggior parte del pelo [49] e sviluppò ghiandole sudorifere sottocutanee<sup>41</sup>; con una pelle glabra riusciva, inoltre, a difendersi meglio dai parassiti [34]. I comportamenti e le innovazioni umane successive amplificarono questa tendenza: l'uso di pelli come vestiti, il fuoco e le abitazioni come riparo annullarono i vantaggi di avere una pelliccia [21].

Poche furono le porzioni del corpo che si salvarono da questa tendenza. Tra queste la testa conservò quei peli che chiamiamo "capelli" per proteggere la testa dai danni che può provocare il Sole, essendo quella parte del corpo costantemente esposta ai suoi raggi [43]. La forma naturale di difesa contro il Sole che l'uomo sviluppò nel corso del tempo fu la pelle scura.

La pelle nera attenua la radiazione UV che non penetra a fondo il derma dell'uomo scongiurando danni alla salute. Il colore nero è dato dalla melanina che, come già detto, è un pigmento naturale prodotto dalla pelle. Questo può essere prodotto a seguito di sollecitazioni esterne, nella fattispecie la componente ultravioletta della radiazione solare. Tanto più ci si avvicina all'equatore, dove la radiazione solare è più intensa, tanto più la pelle deve essere scura per scongiurare il rischio di ustioni e tumori.

Chi vive in un ambiente tropicale e semiarido ha spesso una corporatura longilinea per aumentare il rapporto tra superficie e massa corporea (si veda nota n. 34) al fine di disperdere il calore eccessivo nei climi aridi e secchi. Questa condizione si mantenne tale per tutta questa fase edenica dell'umanità, ma poi ci siamo spostati, in più migrazioni e via via adattati ai nuovi ambienti conquistati.

Andrebbe da subito chiarito, però, che gli uomini "imbrunirono" e "sbiancarono" più volte nel corso delle loro millenarie migrazioni. In popolazioni che si spostarono a latitudini maggiori ebbero maggiore successo di vita e riproduttivo i soggetti con pelle sempre più chiara, tornando in regioni dove l'insolazione è maggiore, si selezionarono nuovamente generazioni con pelle scura. È utile tenere a mente quanto ora detto per quando menzioneremo il passaggio successivo degli uomini dall'Asia, all'Australia e alle Americhe, con le conseguenti migrazioni da Nord verso Sud.

## 1.7 L'*Homo sapiens sapiens* e i condizionamenti ambientali dei deserti e delle foreste

Nel percorso dall'Africa al Medio Oriente, l'*H. sapiens s.* approfittò dell'andamento delle coste africane orientali che permisero la migrazione verso l'Europa da Suez e, attraverso le coste dell'Arabia, verso il Sud-Est Asiatico. Qui si imbatté in climi desertici ostili (figura 1.9). Le risorse vegetali erano praticamente assenti, il Sole "bruciava" quelle terre che pativano una continua carenza di piogge e umidità. Per affrontare i deserti e le savane, dove il soleggiamento è molto intenso, le popolazioni che si stabilirono in quelle terre, nel succedersi delle generazioni, svilupparono, oltre alla pelle scura, pieghe palpebrali che difendevano l'occhio dalla luce intensa del Sole e dai venti caldi e polverosi [10, 43]. Le iridi invece erano scure, per scongiurare danni alla retina dovuti alla radiazione ultravioletta. È logico supporre che in queste regioni per difendersi dal Sole, talvolta, si rendesse necessario coprirsi con dei vestiti.

Osservando l'esperienza dei popoli odierni, che vivono in condizioni di forte insolazione, possiamo capire come i vestiti possano aiutare questi popoli e come analogamente avrebbero potuto aiutare i primi *H. sapiens s.* capaci di usare "ago e filo". Vestiti ampi che coprono il corpo interamente sono capaci di difendere l'individuo dalla radiazione solare più dannosa. Col tempo l'uomo imparò a selezionare tessuti capaci di proteggerlo dal Sole in base al colore, al materiale e alla trama. Il colore scuro può proteggere dalla radiazione UV che da esso viene assorbita e convertita in calore, assieme alla luce visibile (vedi Paragrafo 1, Seconda Parte). Ma se il problema è il calore, i colori chiari, poiché maggiormente riflettenti (vedi Paragrafo 1, Seconda Parte), sono più indicati in quanto più efficaci contro la componente infrarossa [38].



Figura 1.9 – Migrazione dell'*Homo sapiens sapiens* dall'Africa. Le lettere in figura indicano: A 100.000 anni fa, B 60.000 anni fa, C 35.000-40.000 anni fa, D più di 40.000 anni fa (forse 50.000-60.000), E 15.000-35.000 anni fa (elaborazione da [43 p. 195]).

In Africa e fuori per la via del Medio Oriente l'uomo moderno avrebbe ripercorso le tappe dell'*H. erectus*, trovandosi però anche alle prese con ambienti tipo foresta equatoriale (vedi figura 1.9), per esempio nel Sud-Est asiatico e in Nuova Guinea. In questi ambienti il Sole è intenso tutto l'anno e l'umidità e le precipitazioni sono abbondanti; questi fattori favoriscono una vegetazione rigogliosa, variegata e sempreverde, che facilita una fauna ricca e diversificata. Gli *H. sapiens s.* che decisero di stabilirsi nelle foreste equatoriali persero, adattandosi e selezionandosi, parte della colorazione scura della pelle (pur rimanendo di pelle bruna) poiché la funzione di "filtro solare", con conseguente riduzione della componente UV, veniva assolta dall'intricata volta arborea della giungla [10].

In questa nicchia ecologica il Sole innesca processi che aumentano fortemente i livelli di umidità (l'evaporazione che parte dai corsi d'acqua e la traspirazione delle piante). L'umidità riduce la funzione termoregolatrice delle ghiandole sudorifere, obbligando gli uomini che decisero di stabilirsi nelle foreste a compromessi adattativi in ordine alla statura e alla massa [10].

## **1.8 *Homo sapiens sapiens* e la colonizzazione dell'Australia e dell'Europa**

In seguito ad un abbassamento del livello del mare, circa 60.000 [43] o 55.000 (vedi figura 1.9) o 45.000 anni fa l'Australia conobbe i primi colonizzatori probabilmente provenienti dall'Indonesia. È possibile che in qualche momento un ponte di terra possa aver congiunto l'isola di Giava all'Australia. Alcuni aspetti degli aborigeni australiani attuali sono indubbiamente arcaici, altri moderni; questi caratteri potrebbero suggerire una certa evoluzione locale [43]. Da allora, in pochi anni gli uomini si dispersero nell'isola-continente adattandosi a habitat assai diversi, passando dalla foresta equatoriale della Guinea al piatto deserto australiano [16]. La colorazione "più chiara", conseguita in seguito alle migrazioni a latitudini maggiori, subì nuovamente la pressione selettiva dell'intensità del Sole nel deserto australiano. Gli aborigeni dell'Australia, infatti, sono scuri come gli africani, ma discendendo dagli asiatici, più chiari.

I gruppi di *H. sapiens s.* che si stabilirono nell'area europea e mediterranea circa 45.000 anni fa (figura 1.9) si dovettero adattare anche lì ai diversi "dettami" del Sole. La storia della scoperta dell'uomo anatomicamente moderno ha avuto inizio nel 1868 in Francia, nella Dordogna, nel riparo di Cro-Magnon, da allora si denominò con questo appellativo tutta l'umanità vissuta tra 35.000 e i 10.000 anni fa. Le ossa di questi uomini moderni avevano un aspetto meno massiccio rispetto ai loro predecessori e il cranio era del tutto simile a quelle dell'uomo attuale [19]. A differenza dei coevi "uomini di Neanderthal", che non riuscirono a spingersi oltre la Germania settentrionale a causa delle loro deficienze culturali [16], le popolazioni di *H. sapiens s.* si spinsero fino a latitudini periarctiche [10].

La colorazione della loro pelle mutò gradatamente in conseguenza dei processi già illustrati, portando ad una depigmentazione progressiva spostandosi da Sud a Nord. Anche il colore dell'iride subì cambiamenti per proteggere l'occhio dal Sole. Le popolazioni circum-mediterranee che si trovarono a contatto con ambienti fortemente soleggiati si distinsero per l'iride scura a differenza dei nordici delle aree baltiche [10]. Alcuni casi avrebbero potuto risultare in controtendenza a queste regole generali: i gruppi di *H. sapiens s.*

che per mezzo di una dieta ricca di carne e pesce poterono sopperire al fabbisogno di vitamina D, non ebbero la necessità di adattarsi attraverso una pelle più chiara (garanzia di un maggiore efficacia nella fotosintesi della vitamina D tramite la radiazione solare) [10]. Casi, questi ultimi, presenti oggi in Lapponi ed Inuit. Anche in queste regioni, statura e proporzioni corporee furono (e sono) conseguenza dei livelli di umidità e delle temperature, come visto nei casi precedenti.

## 1.9 Climi glaciali e colonizzazione dell'Asia e delle Americhe

Per completare il quadro della colonizzazione del blocco euroasiatico, si deve considerare la migrazione nelle zone dell'Estremo Oriente e dell'Asia centrale avvenute 40.000 o 50.000 anni fa [43] (figura 1.9). Probabilmente vi fu una sostituzione graduale delle forme più antiche, verosimilmente neandertaliane, ma anche una parziale ibridazione [23]. Una volta padroneggiati gli strumenti culturali per sopravvivere nelle regioni soggette al clima glaciale gli uomini migrarono sempre più a Nord verso le aree circumpolari della Siberia, della Manciuria, della Mongolia e del Giappone [7]. Oltre ad aver subito gli ormai noti effetti della radiazione solare sulla pelle, le popolazioni che si stanziarono in queste regioni si contraddistinsero per i caratteristici "occhi a mandorla", conseguenza della conformazione delle pieghe palpebrali sviluppatesi per proteggere gli occhi di quegli uomini dal freddo, dal vento e, non ultimo, dal riverbero del Sole sulle superfici ghiacciate [25]. Va inoltre considerato che la colonizzazione delle latitudini maggiori, e quindi di terre più fredde, ha obbligato gli uomini a coprirsi maggiormente, riducendo la quantità di pelle esposta al Sole. Ciò deve necessariamente aver contribuito a un'accelerazione nella selezione di generazioni maggiormente depigmentate, per ovviare all'effetto della copertura del corpo da parte dei vestiti.

Il continente americano fu popolato per ultimo. I primi colonizzatori venivano dalla Siberia e passarono in Alaska per lo stretto di Bering, approfittando dell'abbassamento del livello del mare, conseguenza di una glaciazione. In due occasioni si possono essere verificate delle ondate migratorie: tra 72.000 e 37.000 anni fa e tra 28.000 e 11.000 anni fa<sup>42</sup>, quando un clima più mite permise l'apertura di un corridoio tra i ghiacciai della Cordigliera e del Laurentide nelle regioni settentrionali dell'America del nord [23]. Gli uomini che superarono questa barriera erano espressione di numerose razze, fra le quali in posizione dominante la componente proto-mongolica, a seguire elementi europoidi, e per le regioni dell'America centrale e meridionale vi fu anche, probabilmente, un apporto per via transpacifico dall'Australia, dalla Melanesia e dal sud est asiatico, specialmente in epoche più recenti. È stata ipotizzata anche la via dell'Antartide per nuclei umani provenienti dall'Australia attraverso sia la Tasmania sia alcuni istmi di terra che potevano congiungere, in epoche di regressione marina, le diverse isole dell'Antartide all'estremo sud dell'America meridionale. Questi diversi apporti potrebbero spiegare una certa eterogeneità degli indigeni americano riconoscibile in gruppi particolari che si discostano dal tipo mongolico (Fuegini, Patagoni)<sup>43</sup> pur prevalendo negli Amerindiani le caratteristiche mongoliche (colore giallo-bruno della pelle, capelli lisci, plica mongolica). Alla base di questa variabilità di popolazioni potrebbero ammettersi oltre a diverse ondate migratorie, fenomeni di ibridazione, di deriva genetica e di adattamento all'ambiente [23].

A causa della geografia fisica del continente, che si estende da oltre il Circolo

Polare Artico a quasi il Circolo Polare Antartico (vedi paragrafo 2, Seconda Parte), fra le popolazioni provenienti dall'Asia, e pertanto di pelle bianca, si selezionarono, nelle successive generazioni, gli individui più adatti alle nuove condizioni del soleggiamento. Tra chi si stanziò nella zona equatoriale dell'America centrale si adattarono quelli con la pelle più scura, eccezion fatta per i popoli che stabilendosi nella foresta equatoriale si dotarono di una colorazione meno bruna per il fatto di essere protetti dalle fitte volte arboree.

Le notevoli differenze di colorazione della pelle tra le popolazioni africane e americane stanziate nella fascia intertropicale (vedi figura 1.10) potrebbero dipendere sia dalla presenza quasi totalizzante di ambienti tipo foresta equatoriale tra i tropici americani, sia dall'arco di tempo relativamente breve in cui avvenne la colonizzazione americana [10], a causa della quale, ad oggi, la pressione selettiva ambientale non ha ancora portato le popolazioni americane autoctone a raggiungere i livelli di colorazione di quelle africane<sup>44</sup>.

Le manifestazioni di cultura e di psichismo che accompagnarono *Homo sapiens sapiens* denotano un perfezionamento nella tecnica e un'intensificazione nella complessità delle relazioni tra gruppi, che divengono sempre più mobili ed interattivi. È la cultura del Paleolitico superiore (da 36.000 a 10.000 anni fa), caratterizzata da un affinamento dell'industria su pietra (dalla selce vengono ottenuti manufatti sempre più piccoli e sottili) e da un largo impiego dell'osso e del corno come strumento. Sviluppi notevoli avvennero anche sul piano sociale, religioso e artistico [23]. Non soltanto la cultura strumentale ha notevole sviluppo, molte altre manifestazioni mostrano l'elevato grado di capacità astrattiva raggiunto dall'*H. sapiens sapiens*: bellissime raffigurazioni su pareti di grotte, oggetti decorati con fine senso artistico, ecc. Le raffigurazioni prevalentemente zoomorfe documentano l'attività venatoria e rivelano interessi e simbolismi legati alla vita sociale; le pratiche funerarie si arricchiscono di corredi funerari. Le manifestazioni artistiche e le pratiche funerarie rivelano una vita sociale organizzata a livello di clan o di gruppi che potevano essere di dimensioni anche abbastanza grandi [23].

L'*Homo sapiens sapiens* era un cacciatore raccoglitore, non aveva insediamenti stabili sul territorio, dato che la permanenza in una località era condizionata dalle risorse naturali. In zone con abbondante selvaggina, a motivo della notevole organizzazione richiesta dalla caccia, alcuni accampamenti assunsero un carattere semistabile dove egli perfeziona l'uso del fuoco e inventa l'arco. Il più antico esempio di spazio abitativo organizzato è il villaggio costruito sulle rive del Don, nella steppa russa (sito di Kostenki, 21.000 anni fa), dove sono state rinvenute due file di focolari, con ossa carbonizzate di mammoth utilizzate come combustibile, e spazi usati come "magazzini" o come dimore. In Ucraina (sito di Mezhirich, 18.000 anni fa) ben 385 ossa di mammoth comprendenti 95 mandibole rappresenterebbero ciò che resta delle pareti di una capanna probabilmente ricoperta di pelli [43].

Nel corso della sua lunga storia l'organismo e la morfologia dell'uomo hanno subito trasformazioni eccezionali, prima fra tutte la stazione eretta stabilizzata, un altro adattamento importante è la sua pelle nuda, un carattere che si è evoluto forse per consentire un migliore raffreddamento corporeo nei lunghi inseguimenti degli animali nella savana. Inoltre la quantità delle ghiandole sudoripare è maggiore che in qualunque altra specie di primati. Nei climi umidi, la sudorazione, anche se abbondante, non è più efficace nel raffreddare il corpo in conseguenza di ciò alcune popolazioni dell'Africa equatoriale hanno conservato dimensioni somatiche più piccole della norma (pigmei, altezza media inferiore a 150 cm). Il sudore ci raffredda solo se può evaporare poiché così facendo sottrae calore al corpo, ma ciò avviene solo se l'umidità ambientale non è troppo elevata (vedi nota n. 41).

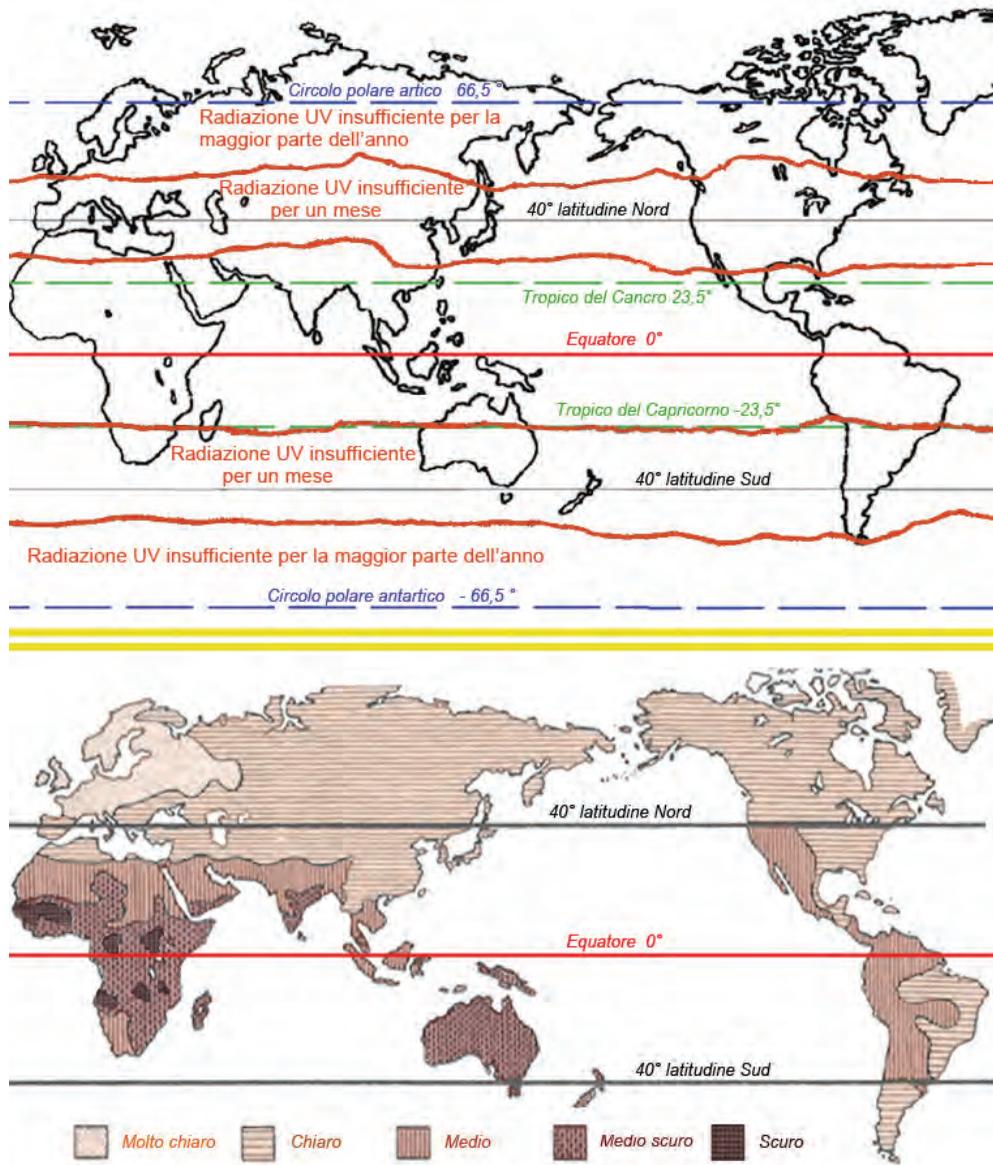


Figura 1.10 – Sopra: distribuzione delle aree dove gli UV sono più intensi. Sotto: distribuzione del colore della pelle nelle popolazioni autoctone. (elaborazione da [10 p. 244, 43 p. 277]).

Una statura piccola dà un rapporto superficie-volume maggiore rispetto al rapporto superficie-volume che si ha con una statura più alta. Ora poiché il calore prodotto all'interno del volume, a causa delle funzioni metaboliche dell'organismo, viene disperso nell'ambiente attraverso la superficie, la dissipazione del calore è tanto maggiore quanto maggiore è il rapporto superficie-volume dell'organismo stesso<sup>45</sup>. Un altro indubbio vantaggio della piccola statura e delle piccole proporzioni è rappresentato dal fatto che per muovere il corpo è necessaria una minore quantità di energia. Inoltre un corpo più gracile è anche più facile da nutrire [5, 19].

La popolazione umana si è progressivamente distribuita nel pianeta in gruppi più o meno isolati tra loro, i caratteri variano da un ambito geografico ad un altro e da regione a regione, in risposta ai diversi stimoli ambientali come: il clima, la differente esposizione ai raggi solari, e così via [5].

Partendo dalla considerazione che è vantaggioso avere la pelle scura nella fascia tropicale e che è vantaggioso avere la pelle chiara alle latitudini più alte, l'osservazione su un planisfero della distribuzione geografica della pigmentazione conferma questo assunto (figura 1.10). La pigmentazione più intensa si concentra intorno alla fascia tropicale, dove è massima la quantità di radiazione solare che giunge mediamente in un anno sulla superficie terrestre. Da un punto di vista descrittivo e distributivo la pigmentazione più chiara è confinata nelle regioni settentrionali dell'Europa, mentre le intensità intermedie sono irregolarmente distribuite nell'Asia sud-occidentale, nelle altre regioni europee dell'area mediterranea e delle regioni alpine, nella Penisola Indiana, nell'Asia meridionale ed insulare, nell'Asia orientale e in America centro-meridionale. In Africa ad eccezione delle coste settentrionali e delle oasi del deserto sahariano che sono abitate da gruppi europoidi, il continente a sud del Sahara è dominio dei Neri. Ma ad una osservazione più attenta vengono messe in evidenza delle apparenti incongruenze non facilmente interpretabili su base adattiva. Infatti esistono delle differenze cospicue tra i diversi territori africani, per esempio, i neri della fascia sudanese ai margini della foresta pluviale, e soprattutto i Pigmei del bacino del Congo, non sono molto scuri di pelle se confrontati con i Bantu a sud dell'equatore, anche essi abitanti grandi spazi aperti. Ma una vera incongruenza è rappresentata dai Boscimani del deserto del Kalahari che hanno una pelle giallastra, essi probabilmente si sono adattati localmente per superare il rischio di andare incontro a danni del tessuto cutaneo.

Altre incongruenze le troviamo nel resto del pianeta, per esempio, gli Andamanesi che vivono in Asia sud-orientale hanno una pelle scurissima, si tratterebbe di popolazioni relitte rappresentanti di un grande gruppo arcaico Pleistocenico, con caratteri equatoriali. Ancora se nelle popolazioni nordiche dell'Europa la pelle è molto chiara in accordo alla tendenza della pigmentazione, nelle regioni più settentrionali dell'America (Alaska, Canada settentrionale) gli Inuit sembrano contraddire la regola di C.W.L. Gloger<sup>46</sup> (1803-1863); essi hanno infatti una pelle scura. La carenza di vitamina D da insufficiente radiazione solare non è per loro un particolare problema poiché la loro dieta particolarmente ricca di pesce, prevalentemente crudo.

Come per altre variabili quantitative, per la pigmentazione vale il principio secondo cui la manifestazione fenotipica è il risultato di un compromesso tra un certo numero di variabili, alcune riproduttivamente vantaggiose, altre svantaggiose, altre che si esaltano mutualmente al fine che sia raggiunto un coadattamento genetico ottimale senza contare la storia delle migrazioni e i casi di deriva [43].

Un esempio importante di adattamento selettivo è dato dalla forma della faccia e del corpo. Nei climi freddi è utile che le narici siano piccole, lunghe e sottili, perché l'aria,

impiegando più tempo ad arrivare ai polmoni, possa progressivamente riscaldarsi; che gli occhi siano protetti da cuscinetti di grasso entro palpebre allungate; che la corporatura sia bassa e rotonda, con una superficie minima rispetto al volume del corpo. Le popolazioni delle zone equatoriali hanno selezionato caratteri opposti: narici corte e larghe, perché l'aria è già calda; naso schiacciato che facilita la respirazione; corporatura di estrema magrezza [5].

L'adattamento umano che assume forme differenziate nei differenti habitat è stato spiegato anche con il fatto che l'uomo è un animale non specializzato. *L'agente completamente nuovo, super organico e non biologico che è la cultura, intesa nel suo senso più ampio, che ha finito per soppiantare il primato dell'eredità genetica nell'evoluzione umana, consentendo all'uomo di sopravvivere in tutte le zone del mondo, anche le più inospitali* [19]. Il corpo umano è estremamente duttile e non deve stupire che l'umanità mostri una tale varietà di forme, di statura, di colore della pelle, ecc. Popolazioni anche non legate geneticamente, ma viventi in ambiti geografici simili, possono presentare quindi caratteristiche simili. Ancora è da ricordare che quando le dimensioni di una popolazione sono ridotte numericamente il materiale genetico a disposizione dà origine a un numero contenuto di variazioni. Ma se la popolazione si accresce anche le variazioni aumentano, aumentando la variabilità di quella popolazione. Se il flusso genetico tra le popolazioni è limitato le variazioni possono convertirsi in specializzazioni ovvero in adattamenti agli ambienti locali [19].

## 1.10 Note

---

<sup>1</sup> La prova inconfutabile di questo bipedismo permanente ci giunge dalla località africana di Laetoli (Tanzania) dove vennero rinvenute impronte di ominidi risalenti a 3,6 milioni di anni fa. [6, 8, 13, 19, 23, 43].

<sup>2</sup> Rift, termine inglese che vale "frattura" "spaccatura"; usato in geologia per indicare una frattura della costa terrestre che arriva fino alla litosfera.

<sup>3</sup> La Rift Valley Africana ebbe tempi di formazione lunghissimi. L'area geografica orientale dell'Africa che va dal Mar Rosso al Mozambico, affacciandosi sull'Oceano Indiano [19], fu interessata da eventi geologici di vulcanismo in tempi anteriori all'Oligocene 45-33 milioni di anni fa (Rift Etiopico), nell'Oligocene stesso 33 milioni di anni fa (Nord del Kenia) e nel Miocene, dove l'attività magmatica dei segmenti centrali e meridionali della spaccatura in Kenia e Tanzania ha avuto inizio solo tra 15-8 milioni di anni fa [8, 39]. A quest'ultima fase si deve un'importante deformazione nell'area del Rift che comportò un aumento dell'altitudine e dell'attività vulcanica modificando la topografia e, di conseguenza, il clima che vide svilupparsi, ad est del Rift, una aridità progressiva [12].

<sup>4</sup> I rischi per chi ha puntato tutto su un adattamento specializzato sono noti, *"il più piccolo errore nel procurarsi il cibo o nel lasciare tracce odorose, o una dieta troppo selezionata possono a lungo portare una specie all'estinzione"* [19, p. 386].

<sup>5</sup> *L'H. habilis* puntò sul cervello, che scoprì *"quell'agente completamente nuovo, superorganico e non biologico che è la cultura intesa nel senso più ampio che ha finito per soppiantare il primato dell'eredità genetica nell'evoluzione umana, consentendo all'uomo di sopravvivere in tutte le zone del mondo, anche le più inospitali"* [19 p. 386].

---

<sup>6</sup> Un'australopitecina contemporanea di Lucy è stata ritrovata molto lontano dal Rift a Bahr-el-ghazali, nel Ciad. Il reperto, risalente a circa 3,2 milioni di anni fa, ha sollevato qualche dubbio sulla teoria della East Side Story, va però tenuto presente che l'origine degli Ominidi nelle regioni a est del Rift è un evento che si estende nel tempo e interessa vasti territori caratterizzati da condizioni climatiche e ambienti diversi nel tempo. Ogni semplificazione è fuori luogo [23].

<sup>7</sup> “Gli Ominidi dovevano camminare da un albero all'altro oppure percorrere delle lunghe distanze a piedi in cerca di alimenti” pertanto “il Primate che poteva raddrizzarsi e spostarsi sugli arti posteriori aveva un migliore controllo del territorio, ampliando il proprio campo visivo” [23 p. 71].

<sup>8</sup> *Ardipithecus ramidus*; la relativa “vicinanza” alle orme di Laetoli e la posizione del foro occipitale sembrerebbero suggerire la possibilità della locomozione bipede, cosa che lo collocherebbe lungo la linea che portò alle australopitecine come possibile candidato ad antenato dell'*A. afarensis*.

<sup>9</sup> Dopo le orme di Laetoli non si può più parlare di *Lucy* come la specie ominide più antica o più prossima alla linea delle scimmie, ma essa continua ad essere il principale documento fossile sulle trasformazioni dei maggiori sistemi strutturali/funzionali nell'evoluzione degli ominidi, tra cui il sistema masticatorio e la locomozione bipede [36].

<sup>10</sup> *Australopithecus africanus*. Il rinvenimento avvenne a Taung in Sudafrica ad opera di Raymond Dart nel 1924 [8, 19]. La nuova specie appartiene al gruppo degli australopiteci gracili. “Alto circa 1,30 m, poteva avere un peso di 25-30 kg. Il cranio ha una capacità di circa 400-500 cm<sup>3</sup>; la dentatura presenta caratteri umanoidi [...]. Certamente *Australopithecus africanus* si trovava a competere con altri animali della savana o della prateria nella ricerca di cibo, ma soprattutto doveva stare inguardia dai grossi carnivori. La liberazione della mano dalle funzioni di sostegno gli consentiva di afferrare pietre o bastoni anche per difendersi. Sicuri vantaggi poteva trarre dalla stazione eretta, ma non poteva contare sulla potenza della dentatura [...]. Forse era soprattutto la vita di gruppo che gli consentiva di fare fronte alle situazioni pericolose. Il suo regime alimentare doveva essere di tipo onnivoro, potendo cibarsi, oltre che di vegetali, anche di carne di animali uccisi o trovati morti.” [23 pp. 84-85].

<sup>11</sup> Negli ultimi 4 milioni di anni il pianeta è andato sperimentando una continua tendenza a diventare sempre più freddo e secco. Attorno a tale tendenza generale si verificano oscillazioni climatiche, bruschi cambiamenti termici che raffreddarono e riscaldarono la Terra periodicamente: a volte producendo un clima secco, a volte umido. Tali oscillazioni dipendono da fattori astronomici, vale a dire dai movimenti dell'asse della Terra e dall'orbita descritta dal pianeta attorno al Sole. Simili cambiamenti astronomici fanno seguito a determinati cicli che attengono all'irradiazione solare che giunge sulla Terra e determina cicli climatici [2, 8].

<sup>12</sup> *Australopithecus robustus*, i primi reperti furono segnalati nella Repubblica Sudafricana a Kromdrai nel 1938 (*Paranthropus robustus*) e a Swartkrans nel 1949 (*Paranthropus crassidens*). Il primo risale a 1,2 milioni di anni fa, il secondo a 2 milioni di anni fa. La capacità cranica è di circa 400-500 cm<sup>3</sup> [3, 23]. Dal tipo di dentatura e le dimensioni del cervello ne possiamo evincere una dieta prevalentemente erbivora.

---

<sup>13</sup> *Australopithecus boisei* è un'altra forma robusta proviene dal deposito di Olduvai in Tanzania: *boisei Zinjanthropus*, scoperto da Mary Leakey risale a 1,7-1,8 milioni di anni fa, ha una capacità cranica di 530 cm<sup>3</sup> e una taglia maggiore del *Paranthropus* [23].

<sup>14</sup> A questo punto le teorie si fanno più diversificate e tutte possibili. Non sappiamo effettivamente se l'*H. habilis* prese la via evolutiva passando per il genere degli australopitechi. Secondo Facchini F. [20, 22] per il genere *homo* non esiste ancora tra le specie citate un antenato che possa essere certamente collocato nel nostro asse evolutivo, per Johanson D. [33] il capostipite comune alle forme australopitecine e all'*homo*, per ora, potrebbe essere riscontrato nell'*afarensis (Lucy)* dal quale si sarebbero evoluti l'*A. africanus* che sarebbe giunto all'*A. robustus*; l'*A. pre-boisei* che avrebbe portato all'*A. boisei* e l'*H. habilis* che avrebbe condotto al *H. erectus* che avrebbe a sua volta portato al *H. sapiens* moderno. Per P. Tobias sarebbe l'*africanus* ad aver generato tre linee di discendenza separate, una che avrebbe portato all'*A. boisei*, una all'*A. robustus* e un'altra all'*H. habilis* [23].

<sup>15</sup> L'*Homo habilis* è documentato a Olduvai (Tanzania), il primo significativo ritrovamento è relativo ad un ominide scoperto nel 1963 datato 1,6-1,4 milioni di anni che sebbene più antico di *Zinjanthropus boisei* era più evoluto, con capacità cranica di 660 cm<sup>3</sup>. Alle scoperte della Tanzania ne seguirono altre in varie località dell'Africa orientale (Koobi Fora, Omo), del Sudafrica (Sriiterkfontein, Swartkrans) e nel Malawi [23].

<sup>16</sup> L'*Homo habilis* era in grado di fabbricare utensili di pietra. Si tratta dell'industria su ciottolo (*pebble culture*) o Olduvaiiana dal nome della località dove è stata ritrovata. Essa risale a oltre 2 milioni di anni fa [3, 8, 23]. La fase evoluta dell'Olduvaiano è caratterizzata da ciottoli lavorati, ottenuti mediante asporto di schegge su un lato (*chopper*), o su entrambi i lati (*chopping tool*) [3, 9, 41].

<sup>17</sup> “Noi riconosciamo la presenza dell'uomo là dove troviamo i prodotti della sua cultura. Religione, arte, economia, tecnologia, strutture abitative sono tanti modi con cui l'uomo si esprime e manifesta la sua peculiarità rispetto agli altri esseri che lo circondano. In questi comportamenti egli rivela infatti capacità non soltanto imitative o stereotipe, ma creative; esplica cioè delle attitudini che lo mettono in grado di padroneggiare la materia, di organizzare l'ambiente, adattandolo a se stesso nello stesso momento in cui egli si adatta all'ambiente. Tutto ciò corrisponde a un'intelligenza di tipo astrattivo, capace di progettualità e di autodeterminazione. È con questo atteggiamento che l'uomo fin dalle sue origini ha potuto realizzare progressi sempre maggiori nella cultura ed è in grado di costruire il suo futuro.” [23 p. 3].

<sup>18</sup> Non conosciamo le cause vere della estinzione degli Australopitechi, ma come abbiamo già supposto, il loro adattamento evolutivo altamente specializzato per trarre massimo vantaggio da una alimentazione vegetariana, centrata su grosse moli di cibo di bassa qualità, potrebbe averlo messo in concorrenza con erbivori che occupavano la stessa nicchia ecologica, in un'epoca in cui i cambiamenti climatici indussero un'ondata di estinzioni [27].

<sup>19</sup> Nei resti fossili rinvenuti non essendoci particolari evidenze tali da suggerire una divisione netta, spesso ci si riferisce alla specie come *Homo ergaster/erectus*.

<sup>20</sup> La testimonianza più antica dell'*H. erectus* in Medio Oriente è certificata da ritrovamenti a Ubeidiya in Palestina datati 1,3 milioni di anni fa [6, 23].

<sup>21</sup> Si pensa che l'*H. erectus* abbia iniziato ad invadere le zone temperate e ad occupare l'Europa meridionale circa 1,5 milioni di anni fa, periodo al quale risalgono i siti europei più antichi (Chilhac, Roussillon, Vallonet, Monte Poggiolo, Saint-Eble) anche se per ora

---

non sono noti reperti umani. Ne sono testimoni utensili e resti di accampamenti [19]. La lunga fase dell'*H. erectus* rivela una sua presenza assai diffusa in tutte le regioni dell'Europa meridionale e centrale; egli si adattò ad un habitat con clima temperato e freddo, probabilmente facendo uso di pelli e proteggendosi anche con il fuoco. Era in grado di cacciare animali di grossa taglia a dimostrazione della sua organizzazione sociale piuttosto avanzata. Risale a circa 800.000 anni fa la calotta cranica trovata nel 1994 a Ceprano nel Lazio. Rappresentante di un'umanità arcaica, probabilmente riferibile a *Homo antecessor*, certamente proveniente da forme africane di *erectus* [23].

<sup>22</sup> Presso Dmanissi in Georgia recenti scoperte in questa regione caucasica sembrano aver portato alla luce nuove testimonianze di una presenza di *H. erectus* più antica, circa 1,7 milioni, molto vicina alla forma *H. habilis*, fatto che ci può far ipotizzare che a lasciare per primi l'Africa furono esseri umani simili in grado all'*H. habilis* (*sensu stricto*) [8, 23, 47].

<sup>23</sup> Continuando verso est troviamo tracce di *H. erectus* in India ad Hatnora nella valle di Narmada dal Pleistocene medio con capacità cranica di 1421 cm<sup>3</sup> [23].

<sup>24</sup> L'abbondanza di resti ritrovati in questo areale spinse molti studiosi a reputare l'Asia il continente-*nursery* dell'umanità. Oggi, invece, sappiamo che i fossili di questi antichi ominidi appartennero a gruppi di *H. erectus* adattati nei loro ambienti. Fu proprio dall'estremo oriente che partirono gli studi sull'evoluzione umana, con la scoperta accidentale di resti umani primitivi.

<sup>25</sup> L'altra regione dell'Estremo Oriente prodiga di testimonianze è la Cina. La scoperta nel 1929 di un cranio e altri fossili nella zona di Choukoutien a 40 km da Pechino, area ricca di grotte, provarono in definitiva la presenza dell'*H. erectus*, battezzato *Sinanthropus pekinensis* – uomo cinese di Pechino –, nell'area cinese tra 460.000 e 230.000 anni fa con capacità cranica fra 800 e 1100 cm<sup>3</sup> [19, 23]. Insieme a crani e altri reperti fossili vennero poi rinvenuti numerosi manufatti su osso o su pietra prova di attività culturali; inoltre ceneri di notevole spessore dimostrano che egli aveva domestichezza con il fuoco, usato probabilmente per la cottura del cibo, ma anche per proteggersi dal freddo [19, 23].

<sup>26</sup> La scoperta di reperti di *H. erectus*, tra cui una calotta cranica con un cervello di ben 883 cm<sup>3</sup> (1891) sull'isola di Giava nella località di Trinil a opera del medico olandese Eugène Dubois, destarono presto lo stupore della comunità scientifica. Lo scopritore decise di battezzare provvisoriamente questo nuovo essere con il nome di *Pithecanthropus erectus* (uomo-scimmia eretto); presto l'isola di Giava restituì, a più riprese e in località disparate, ingentissime tracce di un passato del genere *homo* in Asia. Gli scavi ripresero negli anni '30 e le località con gli strati più interessanti furono Trinil, Sangiran e Ngandong. La datazione rimane ancora incerta, ma sembra che gli strati si possano collocare tra 1.800-700 mila, e tra 200-100 mila anni fa. Studiosi successivi ritengono non si debba tornare indietro oltre 1,2 milioni di anni fa. Probabilmente l'*H. erectus* giunse nell'arcipelago indonesiano sfruttando la connessione con il continente asiatico 1.500.000 anni fa [19, 21].

<sup>27</sup> Recenti ritrovamenti tra il 2004 e 2005 sull'isola di Flores in Indonesia avrebbero portato alla luce le tracce di una possibile evoluzione di *H. erectus* in Asia laddove veniva sostituito da *H. sapiens*. La specie nominata *Homo floresiensis* visse tra 74.000 e 18.000 anni fa, contemporanea dunque all'*Homo sapiens* [23]. Era di statura pigmoide (1,40 – 1,50 m), con un cervello di 380 cm<sup>3</sup>, ma era anche un bipede abituale che aveva i canini piccoli [43].

<sup>28</sup> L'ambiente che l'*H. erectus* qui dovette affrontare era in parte diverso da quello delle latitudini a cui era abituato.

---

<sup>29</sup> Il periodo in cui la sua migrazione lo portò a calcare i suoli europei era segnato dall'alternarsi nell'emisfero boreale di periodi glaciali e interglaciali. Durante la glaciazione il limite delle nevi perenni scese e i ghiacciai si ampliarono facendo calare il livello del mare. La parte settentrionale (laddove non coperta dal ghiaccio) fu dominata dal paesaggio della tundra con muschi e licheni, la parte meridionale da foreste e grandi praterie popolate da fauna di grandi dimensioni. Un ambiente di caccia molto generoso [23].

<sup>30</sup> In base ai reperti a disposizione il volume del cranio dell'*Homo erectus* varia tra i 727 e 1225 cm<sup>3</sup>.

<sup>31</sup> A lungo si è dibattuto sulla posizione dell'*H. neanderthalensis* nel nostro albero genealogico. Un tempo veniva considerato l'anello mancante tra *H. erectus* e *H. sapiens sapiens*, oggi grazie a più sofisticate analisi scientifiche non viene più considerato un nostro antenato, ma una sottospecie del primitivo *H. sapiens* europeo, sorta durante l'ultima glaciazione; un ramo collaterale alla nostra specie [27].

<sup>32</sup> Definita come la fluttuazione casuale delle frequenze dei geni da una generazione all'altra. La sua importanza è tanto maggiore quanto minore è l'entità della popolazione, che è frammentata in molti gruppi di piccole dimensioni, assai isolati gli uni dagli altri [5].

<sup>33</sup> La dimensione media del cervello neandertaliano eguagliava o superava quella degli umani moderni da 1245 a 1740 cm<sup>3</sup> con una media di circa 1520 cm<sup>3</sup> [30].

<sup>34</sup> Per spiegare questo aspetto è sufficiente una schematizzazione geometrica, andando a considerare chi fra una sfera e un cilindro, a parità di volume, ha una superficie maggiore. È facile verificare che la superficie del cilindro è maggiore di circa il 16 % di quella della sfera e quindi consente un più rapido raffreddamento sia convettivo.

<sup>35</sup> La regola di Allen suggerisce che a temperature più basse le specie a sangue caldo devono presentare gli arti e le altre estremità del corpo di dimensioni ridotte, al fine di ridurre il rapporto tra la superficie e la massa, e quindi la perdita di calore [45].

<sup>36</sup> La regione nasale allargata consente di portare la temperatura dell'aria inspirata a valori più adeguati prima di trasferirla ai polmoni. Pertanto serve a riscaldare l'aria in climi particolarmente freddi e a raffreddarla in climi particolarmente caldi. In altre parole le cavità nasali oltre a filtrare e purificare l'aria, tramite la loro ampia vascolarizzazione la termoregolano.

<sup>37</sup> L'osso joide (detto anche ioide), in anatomia umana è un osso che si trova alla radice della lingua, ed è l'unico osso del corpo umano che non si articola con nessun altro osso.

<sup>38</sup> Tra le teorie più accreditate sulla comparsa e affermazione dell'*H. sapiens sapiens* ricordiamo anche quella detta del "multi regionalismo" (Candelabro): questa teoria vede l'emergere del *sapiens s.* a seguito di flussi paralleli in Africa ed Eurasia con percorsi evolutivi convergenti. In sintesi l'uomo moderno sarebbe comparso quasi simultaneamente come prodotto dell'evoluzione degli ominidi locali [8, 27, 29, 43]. Una evoluzione locale dovrebbe ammettersi specialmente per il sudest asiatico con la formazione degli Australomelanesoidi, in ogni caso è plausibile ipotizzare un incrocio tra forme *sapiens s.* eventualmente provenienti dall'Africa e forme *erectus* locali [23].

<sup>39</sup> Una comparazione del DNA mitocondriale di appartenenti alla specie umana di diverse etnie e regioni, suggerisce che tutte queste sequenze di DNA si siano evolute molecolarmente dalla sequenza di un antenato comune. In base all'assunto che un individuo eredita i mitocondri solo dalla propria madre, questa scoperta implica che tutti gli esseri umani abbiano una linea di discendenza femminile che deriva da una donna che i ricercatori

---

hanno soprannominato Eva mitocondriale. Basandosi sulla tecnica dell'orologio molecolare che mette in correlazione il passare del tempo con la deriva genetica osservata, si ritiene che Eva sia vissuta circa 150.000 anni fa. La filogenia suggerisce che sia vissuta in Africa.

<sup>40</sup> Il nostro cervello è una specie di idrovora metabolica, che consuma una percentuale molto importante dell'energia del nostro corpo. Consuma e naturalmente dissipa sotto forma di calore, e quanto più è grosso tanto più consuma e dissipa [4].

<sup>41</sup> L'acqua evaporando da una superficie sottrae a questa calore latente di vaporizzazione, circa 2450 joule per grammo di evaporato; ciò fa sì che la superficie si raffreddi o, nel caso del corpo umano, non si surriscaldi.

<sup>42</sup> Il massimo di abbassamento del livello del mare si ebbe intorno a 15.000-18.000 anni fa quando il ponte di terra tra Asia orientale ed America del Nord (Beringia) poteva essere largo anche 1.000 km. Ma in periodi meno freddi ci furono fasi di regressione glaciale e innalzamenti del livello marino. Con la fine del fenomeno glaciale, circa 11.000 anni fa l'istmo di Bering venne sommerso [23].

<sup>43</sup> I Fuegini (o Fueghini) sono una popolazione autoctona della Terra del Fuoco, abitanti nella zona più meridionale del Sud America, in corrispondenza della Patagonia argentina e Cile. I Patagoni, oggi chiamati Tehuelche, sono una popolazione di Nativi Americani stanziata in Patagonia. Erano piuttosto alti e quindi vennero chiamati dagli europei con il nome di Giganti della Patagonia.

<sup>44</sup> Si osservi che qui si fa riferimento alle popolazioni americane autoctone, e non a quella attuale eterogenea conseguenza delle migrazioni europea a seguito della scoperta del continente nel XV-XVI secolo.

<sup>45</sup> La maggiore dispersione termica di un soggetto avente minore altezza può essere verificata considerando due cilindri di altezza diversa, in cui quello più basso ha raggio uguale o minore dell'altro. Calcolando la superficie e il volume di entrambi ed eseguendo il rapporto superficie-volume di ciascuno, si vede che per il cilindro più corto tale rapporto è maggiore; esso quindi può disperdere meglio il calore accumulato nel suo volume.

<sup>46</sup> La regola di Gloger stabilisce che in una specie a grande diffusione geografica l'intensità della pigmentazione vari con la latitudine: essa è progressivamente minore allontanandosi dall'equatore.

## 1.11 Bibliografia

- [1] Albanese L., De Pisi E., Fraioli M. (2002) - *Popper e l'evoluzionismo*, Armando Editore, Roma.
- [2] Arsuaga J.L. (2001) - *I primi pensatori e il mondo perduto di Neandertal*, Feltrinelli Editore, Milano.
- [3] Broglio A., Kozłowski J. (1987) - *Il Paleolitico: uomo, ambiente e culture*, Jaca Book, Milano.
- [4] Cagnotti M. (2009) - *Perché il cervello si ingrossò? Sembrano coinvolti i cambiamenti climatici*, in "Corriere del Ticino" – Eureka/Mente
- [5] Cavalli Sforza L.L., Cavalli Sforza F., Piazza A. (1996) - *Razza o pregiudizio? L'evoluzione dell'uomo fra natura e storia*, Einaudi, Milano.

- 
- [6] Chavaillon J. (1998) - *L'età d'oro dell'umanità. Cronache dal Paleolitico*, Jaca Book, Milano.
- [7] Chiarelli B. (1992) - *Migrazioni: antropologia e storia di una rivoluzione in atto*, Vallecchi, Firenze.
- [8] Chiarelli B. (2003a) - *Dalla Natura alla Cultura. Principi di Antropologia Biologica e Culturale, vol. 2: Origini della socialità e della cultura umana*, Piccin, Padova.
- [9] Chiarelli B. (2003b) - *Dalla Natura alla Cultura. Principi di Antropologia Biologica e Culturale, vol. 1: Evoluzione dei primati e origini dell'uomo*, Piccin, Padova.
- [10] Chiarelli B. (2004) - *Lineamenti di antropologia: per le scienze motorie*, Piccin, Padova.
- [11] Christopher B. R. (1993) - *Climatic adaptation and hominid evolution: The thermoregulatory imperative*, in "Evolutionary Anthropology", vol. 2, issue 2, pp. 53-60
- [12] Coppens Y. (1988) - *Ominoidi, ominidi e uomini*, Jaca Book, Milano.
- [13] Coppens Y. (1996) - *La scimmia, l'Africa e l'uomo*, Jaca Book, Milano.
- [14] Dalton R. (2006) - *Neanderthal genome sees first light*, in "Nature" vol. 444, n. 7117, p. 254, 16 novembre 2006
- [15] Dalton R. (2009) - *Peking Man older than thought*, in "Nature-news", 11 marzo 2009, doi:10.1038, p. 149
- [16] Diamond J. (2000) - *Armi Acciaio e Malattie, Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, Einaudi, Torino.
- [17] Diamond J. (2006) - *Il terzo scimpanzé: ascesa e caduta del primate homo sapiens*, Bollati Boringhieri, Torino.
- [18] Dobzhansky T. (1973) - *L'evoluzione e l'ominazione*, in "Le origini dell'uomo", pp. 13-32, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- [19] Drusini A., Swindler D. (1996) - *Paleontologia Umana. Evoluzione, adattamento, cultura*, Jaca Book, Milano.
- [20] Facchini F. (1985) - *Il cammino dell'evoluzione umana*, Milano, Jaca Book, Milano.
- [21] Facchini F. (1988) - *Evoluzione, Uomo e Ambiente. Lineamenti di Antropologia*, UTET Libreria, Torino
- [22] Facchini F. (1995) - *Antropologia: evoluzione, uomo, ambiente*, Torino, UTET
- [23] Facchini F. (2006) - *Le Origini dell'Uomo e l'Evoluzione Culturale*, Jaca Book, Milano.
- [24] Febvre L. (1980) - *La terra e l'evoluzione umana: introduzione geografica alla storia*, Einaudi, Torino.
- [25] Fluehr-Lobban C. (2006) - *Race and Racism: an introduction*, Oxford UK, AltaMira
- [26] Gandolfi, A. (1999) - *Formicai, imperi, cervelli. Introduzione alla scienza della complessità*, Edizioni Casagrande, Torino.
- [27] Giusti F. (1994) - *La scimmia e il cacciatore: interpretazioni, modelli sociali e complessità nell'evoluzione umana*, Donzelli, Roma.
- [28] Guilaine J. (2004) - *Guida alla Preistoria*, Gremese, Roma.
- [29] Haggert P. (2004) - *Geografia Umana*, Zanichelli, Bologna.
- [30] Holloway R. L. (1981) - *Volumetric and asymmetry determinations on recent hominid endocasts: Spy I and II, Djebel Ihroud I, and the salè Homo erectus specimens, with some notes on neandertal brain size*, in "American Journal of Phisycal Anthropology", 55 (3), pp. 385-393.

- 
- [31] Hopkin M. (2007) - *Neanderthals 'not killed by climate change'*, in "Nature-news", 12 September 2007, doi:10.1038/news070910-7.
- [32] Ibraimov A.I. (2007) - *The Evolution of Body Heat Conductivity, Skin and Brain Size in Human*, in "Journal of Human Ecology", vol.21 n.2, pp. 95-103.
- [33] Johanson D. C. (1989) - *Gli Australopiteci: problematica attuale*, in "G. Giacobini, L'evoluzione degli Ominidi. Preominidi e australopiteci", Jaka Book, Milano.
- [34] Juzeniene A., Setlow R., Porojnicu A., Steindal A.H., Moan J. (2009) - *Development of different human skin colors: A review highlighting photobiological and photobiophysical aspects*, in "Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology", vol.96, n.2, pp. 93-100.
- [35] Kappelman J., Alçiçek M. C., Kazancı N., Schultz M., Özkul M., Şen S. (2008) - *First Homo erectus from Turkey and Implications for Migrations into Temperate Eurasia*, in "American Journal of Physical Anthropology", vol. 135, n.1 pp. 110-116.
- [36] Kimbel H. W., Deleuzene L. K. (2009) - "*Lucy*" *Redux: A Review of Research on Australopithecus afarensis*, in "Yearbook of Physical Anthropology", vol. 140, sup. 49, pp. 2-48.
- [37] Klein R. (2003) - *Whither the Neanderthals?*, in "Science", 2003, vol. 299.
- [38] Leone G. (1999) - *La pelle al sole*, Gremese, Roma.
- [39] Maslin M. A., Christensen B. (2007) - *Tectonics, orbital forcing, global climate change, and human evolution in Africa: introduction to the African paleoclimate special volume*, in "Journal of Human Evolution" n 53, pp. 443-464.
- [40] Mayr E. (1971) - *Was Virchow right about Neanderthal?*, in "Nature", vol. 229.
- [41] Piveteau J. (1994) - *La comparsa dell'uomo. Il punto di vista scientifico*, Jaka Book, Milano.
- [42] Salza A. (1999) - *Ominidi. Uomini e ambienti tre milioni di anni fa. Nuove scoperte*, Giunti, Firenze.
- [43] Spedini G. (2005) - *Antropologia Evoluzionistica*, Piccin, Padova.
- [44] Tattersall I. (2009) - *Human origins: Out of Africa*, in "Proceedings of National Academy of Sciences", Washington DC, vol. 106, n. 38, pp. 16018-16021.
- [45] Taylor-Weale R., Vinicius L. (2008) - *Independent roles of climate and life history in hunter-gatherer anthropometric variation*, in "The Internet Journal of Biological Anthropology", vol.1, n. 2.
- [46] Tobias P. (1983) - *Recent advances in the evolution of the Hominids with especial reference to brain and speech*, in "C. Changas, Recent advances in the evolution of Primates", pp. 85-140, Città del Vaticano, Pontificia Academia Scientiarum.
- [47] Vekua A., Lordkipanidze D., Rightmire G. P., Agusti J., Ferring R., Maisuradze G, Mouskhelishvili A., Nioradze M., Ponce de Leon M., Tappen M., Tvalchrelidze M., Zollikofer C. (2002) - *A New Skull of Early Homo from Dmanisi, Georgia*, in "Science", vol. 297, n. 5578, pp. 85-89.
- [48] Wheeler P.E. (1984) - *The evolution of bipedality and loss of functional body hair in hominids*, in "Journal of Human Evolution", vol. 13, n.1, p. 91-98.
- [49] Zihlman A. L., Cohn B. A. (1988) - *The adaptive response of human skin to the savanna* in "Human Evolution", vol. 3, n. 5, pp.397-409.

## CAPITOLO SECONDO

# L’AFFERMAZIONE DELL’UOMO NELL’AMBIENTE

### 2.1 L’uomo costruttore: cause e origini delle prime abitazioni

Abbiamo visto come la mobilità dell’uomo gli abbia consentito, in risposta ad un soleggiamento eccessivo o a climi particolarmente “difficili”, la capacità di attuare da piccole migrazioni regionali a grandi migrazioni. *“Il nomade non incide sul microclima del suo habitat, ma gli è sufficiente intervenire sulla meteorologia di questo; quattro bastoni infissi al suolo e una pelle di animale, fissata su questi, gli consentono di ripararsi da un’eccessiva radiazione e dalla pioggia. Al cacciatore-raccoglitore che si sofferma qualche tempo in un determinato territorio, dove sono al pascolo mandrie di erbivori, non è più sufficiente un riparo come quello prima descritto”* (vedi paragrafo 5, Seconda Parte).

Tra i prodotti culturali che possono essere stati influenzati dal Sole, nelle origini e nelle caratteristiche, le abitazioni sembrano essere dunque tra i più macroscopici. L’immaginario comune vede nella nostra preistoria un indefinito passato trascorso nelle caverne. Ciò non corrisponde interamente alla verità dato che i ripari naturali come le grotte possono attirare molte altre specie, tra cui i predatori. È più verosimile che l’umanità arcaica provvedesse già alla costruzione di prime rozze unità abitative. Le funzioni saranno state tra le più evidenti. Prima che fornire un punto di riferimento dove tenere la prole e dove tornare dalle battute di caccia, le abitazioni assolvono al compito di riparo da agenti esterni, atmosferici e no. *“Sotto di esse si può trovare riparo dai raggi cocenti del Sole”* [19, p. 22] che in Africa ricordiamo essere particolarmente intensi a causa della bassa latitudine. La necessità di costruirsi un riparo per assolvere a questa funzione è abbastanza ovvia, in una savana<sup>1</sup> sono rari i ripari che la natura può fornire e l’uomo non è l’unico mammifero che necessita di sfuggire dalla morsa del Sole per riposare o consumare un pasto. Le grotte non sono generalmente presenti nelle grandi pianure africane. L’idea di costruire ciò che non esisteva naturalmente in un luogo, ma era presente altrove, anche sotto altra forma è da considerare una nozione intelligente, ma anche istintiva [9]. Probabilmente sia per evitare incontri che avrebbero potuto costargli la vita, sia per non dipendere dai rari ripari della savana, sia per avere un posto sicuro in cui stabilirsi temporaneamente, gli uomini cominciarono a costruire le loro abitazioni. *“La capanna, più della tettoia di pelle, modifica il microclima al proprio interno: come la tettoia protegge dal Sole e dalla pioggia, ma, inoltre, riduce la ventilazione e attenua l’escursione termica fra giorno e notte. Effetti enfatizzati dall’insieme delle capanne: l’una ombreggia l’altra, l’una protegge l’altra dal vento e dalla pioggia”* (vedi paragrafo 5, Seconda Parte).

#### 2.1.1 Le prime testimonianze in Africa: opere di *Homo habilis*?

Scavi africani, in prossimità di giacimenti di industrie litiche e reperti fossili, hanno talvolta riportato alla luce superfici di abitati primitivi, che hanno permesso agli studiosi di formulare ipotesi sulle attività degli abitanti, l’organizzazione dello spazio e le

condizioni ambientali. Grazie a ricerche effettuate a Olduvai (sito DK) in Tanzania (la stessa zona dei primi strumenti litici chiamati *choppers*) venne rinvenuto il tracciato di un abitato datato 1.800.000 anni fa, ricoprente un'area circolare di 16 m<sup>2</sup> delimitata da un muretto di pietre, di cui alcune sovrapposte (figura 2.1). Si tratta probabilmente di una capanna fatta di frasche o un di riparo frangivento [4, 13, 19]. In relazione a questo ritrovamento Facchini ha ipotizzato l'esistenza una capanna circolare di 4 metri di diametro. La sezione, probabilmente circolare, fa supporre che avesse un tetto conico. Per le conoscenze dell'epoca *“una base rettangolare avrebbe richiesto un tetto a uno o due spioventi: di realizzazione decisamente più laboriosa, meno stabile e meno efficiente, di un tetto a simmetria circolare”* (vedi paragrafo 5, Seconda Parte). Inoltre *la forma circolare è quella che spontaneamente l'uomo percepisce nella sua essenzialità ed economia, tali appaiono la Luna e il Sole*” [19 p. 22]. Ovviamente per quanto concerne quest'ultima ipotesi si tratta solo di una deduzione subordinata alla ragione strutturale sopracitata, e con scarse possibilità di prova, ma si può effettivamente immaginare la forma circolare delle prime abitazioni come secondariamente *“presa in prestito dagli astri tondeggianti”* proprio per le numerose elaborazioni di questa forma primordiale che si sviluppa nelle pitture rupestri paleolitiche [19 p. 23].



Figura 2.1 – Probabile ricostruzione del sito di Olduvai DK (Tanzania) datato 1,8 milioni di anni fa; da [9 p. 107].

Similmente altri ritrovamenti ci inducono a pensare soluzioni simili: a Melka-Kunturé, nel sito di Gombore I (Etiopia), un'altra area ovalare di 10 m<sup>2</sup>, datata a 1,7 milioni di anni, sembra indicare la possibile sede di un'area abitativa con superficie ciottolosa. Gli studiosi propendono nell'identificarvi una capanna o un recinto di frasche, sostenuti da paletti conficcati nel terreno, bloccati a terra da ciottoli accostati e disposti a cerchio. La pavimentazione di queste aree, generalmente, si presenta cosparsa di pietre da riporto, alcuni manufatti litici e resti di animali. La tipologia dei reperti faunistici (in maggioranza porzioni scheletriche di parti

d'interesse alimentare, come costole e ossa lunghe) sembra suggerire un uso differenziato degli ambienti domestici e quindi una ponderata organizzazione dello spazio. La carcassa probabilmente veniva squartata all'esterno dell'abitato per essere poi consumata all'interno. Il rinvenimento degli insediamenti presso l'alveo di fiumi, le rive di laghi, e sotto strati di sedimenti lasciati dalle piene periodiche, suggeriscono la stagionalità degli stanziamenti e quindi una vita ancora nomade che seguiva le istanze dettate da una economia ancora incentrata sulla caccia e la raccolta e quindi fondata sui cicli della natura [4, 13].

### 2.1.2 Esempi di abitazioni

#### *Homo erectus*

Per quanto riguarda le abitazioni costruite come riparo da *Homo erectus*, tra i siti più remunerativi in termini di quantità di testimonianze lasciateci, può essere menzionato quello di Terra Amata presso Nizza. I resti dell'abitato risalirebbero a circa 400.000 anni fa. Si trattava di capanne temporanee costruite con ciò che la natura poteva offrire come materiale da costruzione. La base ancora tondeggiante, ma stavolta di forma ovalare, era coperta probabilmente di rami d'albero sostenuti da tronchi più grossi (figura 2.2). Sono state individuate tracce di 21 capanne, le abitazioni potevano misurare da 7 a 15 metri di lunghezza e da 4 a 6 metri di larghezza [6, 13, 17]. Al loro interno vennero ritrovati molluschi e ossa di animali, i resti di un'officina litica (che spiegherebbe la ricca presenza di più di 35.000 oggetti) e, cosa ai fini di questo lavoro estremamente interessante, resti di ocre rossa<sup>2</sup>. Oggi, osservando l'utilizzo che viene fatto di questo minerale dalle popolazioni primitive, tali resti suggeriscono che forse l'ocra veniva adoperata sia per tingere e ornare il corpo, sia per proteggere la pelle dal Sole [17]. “*Nelle società tradizionali studiate dall'etnografia, i coloranti sono utilizzati per attività simboliche e allo stesso tempo per ragioni utilitarie (protezione contro il Sole, concia delle pelli, conservante, medicinale ecc.)*” [21 p. 249]. Al centro dell'abitazione, su un'area ricoperta di ciottoli o in una piccola depressione scavata, troviamo un focolare [13, 17].

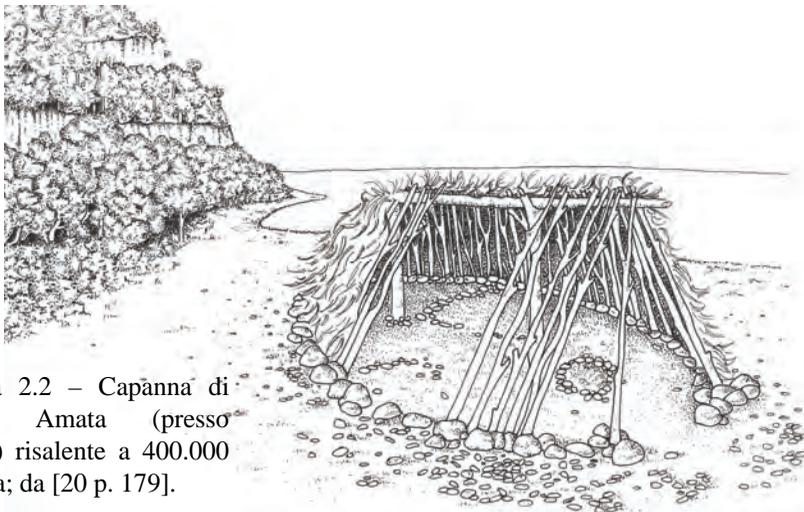


Figura 2.2 – Capanna di Terra Amata (presso Nizza) risalente a 400.000 anni fa; da [20 p. 179].

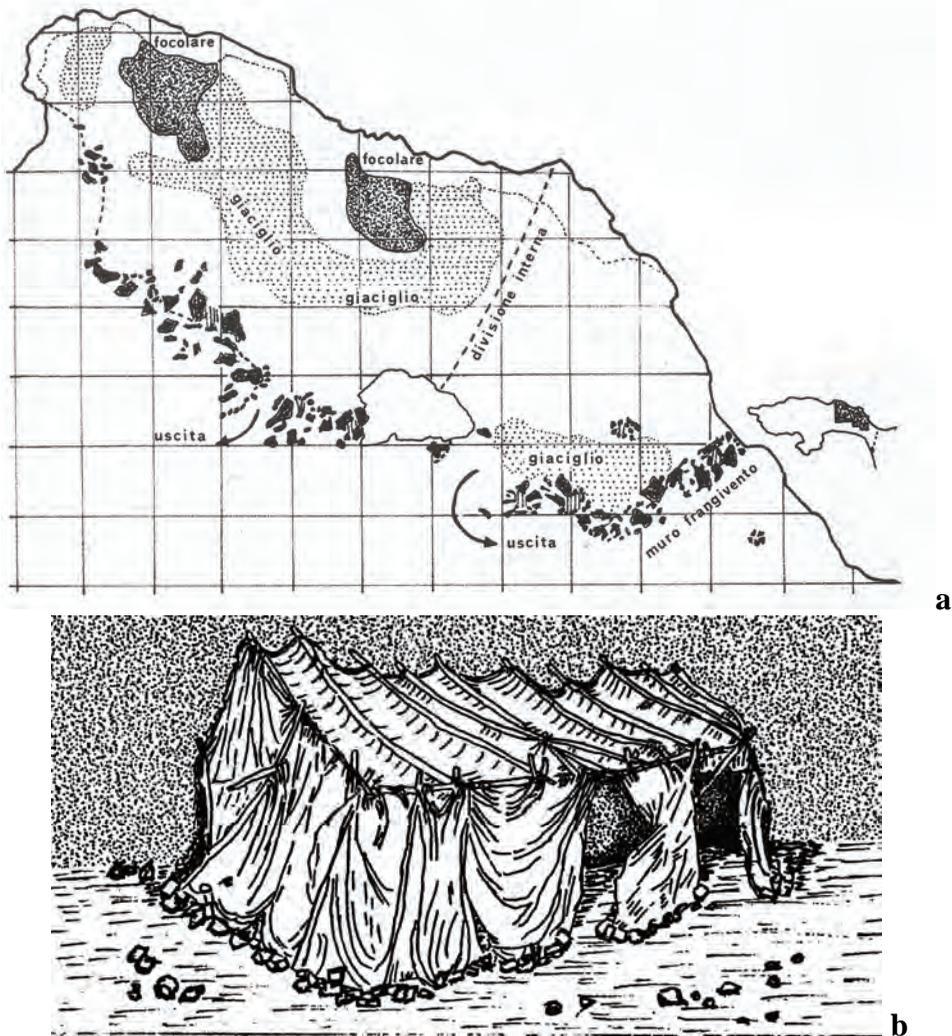


Figura 2.3 – Pianta e ricostruzione della Capanna (11 x 3,5 metri) di Lazaret (presso Nizza) risalente a circa 130.000 anni fa: a) da [13 p. 110]; b) da [9 p. 115].

Di particolare rilievo, in quanto offre un diverso modello abitativo, è la Caune de l'Arago, una grotta dei Pirenei orientali presso il villaggio di Tautavel, la grotta costituiva un luogo ideale per accampamenti di caccia temporanei. I cacciatori di Tautavel non conoscevano il fuoco ma la programmazione di cacce collettive e la sistemazione dello spazio abitato fanno supporre una struttura sociale evoluta [13]. Sempre a *H. erectus* può riferirsi il sito della grotta di Lazaret presso Nizza e quello di Bilzingsleben nella Germania orientale.

Il primo costruito a ridosso della parete della grotta, nei pressi dell'ingresso, si fa risalire a circa 130.000 anni fa. I segni lasciati dall'insediamento suggeriscono una capanna

di circa 11 x 3,5 metri. Il perimetro della capanna era definito da ciottoli e pietrame allineati, l'interno invece era diviso a seconda di usi e funzioni differenti (figura 2.3). Resti faunistici e manufatti litici risultano sparsi sul terreno; vicino, resti carbonizzati indicano la presenza di focolari attorno ai quali si disponevano giacigli fatti di erbe marine, attestate dal ritrovamento dei gusci dei numerosi molluschi che le popolavano, e ricoperti con pelli di carnivori [13, 9 p. 112-115].

Il secondo ha restituito due strutture di abitato, una capanna ovale di 3 x 4 metri e una circolare di 3 metri di diametro, vicino ad esse si sono ritrovati focolari e sono state riconosciute aree destinate alla lavorazione della pietra e dell'osso. Oltre alla caccia ai grandi mammiferi è attestata la raccolta di molluschi di acqua dolce, uova di uccelli, noci e bacche [13].

### *Homo neanderthalensis*

Taluni studiosi sostengono che *H. neanderthalensis* sia irrilevante se si vogliono studiare i primi tipi di abitati, ma gli abitati in grotta risultano più numerosi rispetto all'epoca precedente, talora con strutture articolari. Nella grotta di Baume des Peyrard (Valchiusa-Francia) è stato rinvenuto un fondo di capanna di 11,5 x 7 metri a ridosso della parete, delimitato da focolari all'interno; a Pech de l'Aze (Dordogna) una serie di focolari a semicerchio era protetta da un muretto a secco. Documentate sono anche le pavimentazioni in pietra come alla Baume Bonne (Alta-Provenza), o cumuli di ossa di protezione, come quello, costituito da corna di renna, davanti al riparo di Roc en Paille (Maine e Loira-Francia).

Nell'Europa centro-orientale numerosi sono gli abitati all'aperto, uno dei più significativi è quello posto sulle rive del Dniepr a Molodova (Ucraina), dove ebbe luogo il ritrovamento singolare di unità abitative in ossa di mammut alle quali probabilmente erano fissati come rivestimenti le pelli del medesimo animale, poste sopra una impalcatura di legno. Quella di Molodova I (42.000 a.C.) era a pianta ellittica, di 10 x 7 metri, con all'interno numerosi piccoli focolari (figura 2.4). Pochi sono comunque i siti scavati in estensione da cui si possa ben rilevare l'organizzazione dello spazio. A Fontmaure (Vienna) sono venuti in luce vasti agglomerati di capanne circondati da officine litiche; a Trecassats (Valchiusa - Francia) sono comparsi gruppi di abitazioni infossate nel terreno [13, 20].

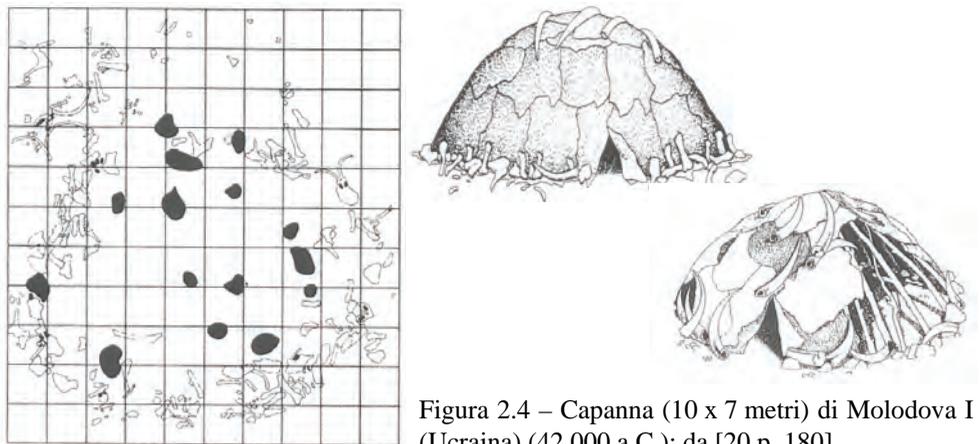


Figura 2.4 – Capanna (10 x 7 metri) di Molodova I (Ucraina) (42.000 a.C.); da [20 p. 180].

## 2.2 Le abitazioni di *Homo sapiens sapiens*

Anche per *H. sapiens s.* così come per suoi predecessori i campi base seguivano le necessità della caccia. Il modo di vita e la struttura sociale appaiono variabili in rapporto all'ambiente e alla disponibilità di risorse, ai sistemi economici messi in atto e ad un notevole incremento demografico. I campi base organizzati con strutture permanenti attestano già una certa stabilità in aree geografiche circoscritte (separate da aree praticamente prive di testimonianze) con caratteri specifici nella produzione litica, nelle strutture abitative, nelle manifestazioni artistiche<sup>3</sup>. Sono stati individuati campi base collegati ad accampamenti secondari in cui veniva praticata la caccia. L'abitazione è prevalentemente in grotta o riparo sottoroccia, ma anche all'aperto, principalmente nell'Europa centro-orientale. Nell'ambito degli accampamenti ve ne sono alcuni più semplici, con una o due abitazioni, e altri più complessi, con un considerevole numero di strutture. Nel primo caso è presumibile un numero di abitanti compreso fra 5 e 10 unità; nel secondo caso sono stati ipotizzati raggruppamenti di abitanti compresi fra 100 e 200 unità, che però non sembra avessero raggiunto, una organizzazione stabile. È documentata una circolazione a vasto raggio di conchiglie fossili e materiali litici che sembrano comprovare migrazioni su lunghe distanze [13].

Quando gli ultimi gruppi di cacciatori raccoglitori si adattarono ai cambiamenti climatici che portarono gradualmente a condizioni ambientali simili a quelle attuali, circa 10.000 anni fa, si può rilevare un maggiore sfruttamento delle risorse naturali rispetto alle epoche precedenti. Gli insediamenti sono prevalentemente all'aperto, spesso in prossimità dei corsi d'acqua, bacini lacustri, in riva al mare; anche i ripari e le grotte continuano ad essere frequentati a scopo abitativo. I siti Mesolitici raggiungono una più alta densità abitativa, soprattutto nelle aree ricoperte da foreste.

### 2.2.1. Africa

Le prime occupazioni oloceniche, fra 50.000 e 15.000 anni fa, sono caratterizzate da gruppi di cacciatori-raccoglitori specializzati. Le indicazioni in nostro possesso disegnano un quadro di sfruttamento del territorio organizzato, verosimilmente, su base stagionale (esempio aree dell'Acacuse, in Libia), con campi principali localizzati prevalentemente in aree periferiche dei campi di dune o con siti specializzati distribuiti lungo le aree lacustri.

Questa ipotesi di utilizzo del territorio trova confronti con altre aree africane, come ad esempio in alcuni gruppi nell'oasi di Dakhleh, in Egitto. L'economia di questi gruppi, dell'Epipaleolitico o Paleolitico finale, era basata sulla caccia intensiva dell'ammotrago<sup>4</sup> (circa 7.800-6.900 a. C.), questo animale costituiva oltre l'80 % delle specie cacciate.

L'ambiente era caratterizzato da un clima ben più umido dell'attuale, con maggiori risorse alimentari in ragione della maggiore biomassa presente, sostenuta da una maggiore disponibilità di acqua.

Analisi paleobotaniche, ancora preliminari, sembrano confermare il quadro complessivo di un modesto sfruttamento delle risorse vegetali di questi gruppi umani. All'inizio del VII millennio a.C. si cominciano a registrare in Africa importanti processi di mutamento, evidenziati da numerosi indicatori archeologici. Tra questi, l'introduzione della ceramica, una profonda riorganizzazione dell'industria litica, una formidabile crescita dello strumentario per macinare semi e altri prodotti, un notevole incremento demografico e la

nascita di campi base di notevole dimensione [13]. Assistiamo inoltre a un incremento complessivo del repertorio tecnologico, che include tessuti, manufatti in legno, cesti e particolari palette in scisto rossastro, talvolta con tracce di colore. I cambiamenti economici, che sono alla base di questo rinnovamento della cultura materiale, sono evidenti in una diversificazione delle specie animali cacciate e in un formidabile aumento dello sfruttamento dei vegetali, in particolare dei cereali selvatici.

Alcune innovazioni possono essere individuate archeologicamente: gli insediamenti sembrano essere più grandi, talvolta con importanti modifiche strutturali; si osserva una maggiore concentrazione dei siti nelle aree intere dei massicci montuosi e un sostanziale ridimensionamento dell'utilizzo delle aree dunali; le aree insediative sono verosimilmente utilizzate per periodi più lunghi.

Per motivare tali profondi cambiamenti è stata avanzata l'ipotesi di una progressiva crescita demografica in un contesto ambientale progressivamente più arido. Nei massicci centrali sahariani, ma anche nella Valle del Nilo e in altre aree africane, tale fase sembra mantenere caratteri ricorrenti, che in qualche modo confermano l'universalità di tale processo. Diversificazione delle specie animali cacciate e marcato sfruttamento dei cereali rappresentano, quindi, tratti peculiari, significativi, che sono preludio a importanti innovazioni, quali l'intensificazione delle pratiche di stoccaggio e l'utilizzo ritardato di alcune risorse, con effetti sulla mobilità dei gruppi [16].

Mentre l'economia di questi gruppi è basata sulla caccia e la raccolta, sulle rive dei laghi dell'Africa orientale viene praticata un'attività di pesca e raccolta [13].

## 2.2.2 Europa

### *Europa meridionale*

Nell'area Mediterranea, sin dal Paleolitico, gli abitati all'aperto sono piuttosto rari essendo la documentazione relativa soprattutto a grotte e ripari.

Nel Mesolitico, nell'Europa meridionale, oltre a siti all'aperto, sono frequenti abitati in ripari sottoroccia, in particolare nel territorio italiano. A Romagnano III (Valle dell'Adige) sono state rinvenute alcune strutture di una capanna, parzialmente distrutta, costituita da una buca di palo, da un acciottolato e da una piccola depressione circolare da riferire a un focolare [13]. (7.800-4.500 a.C) (figura 2.5).

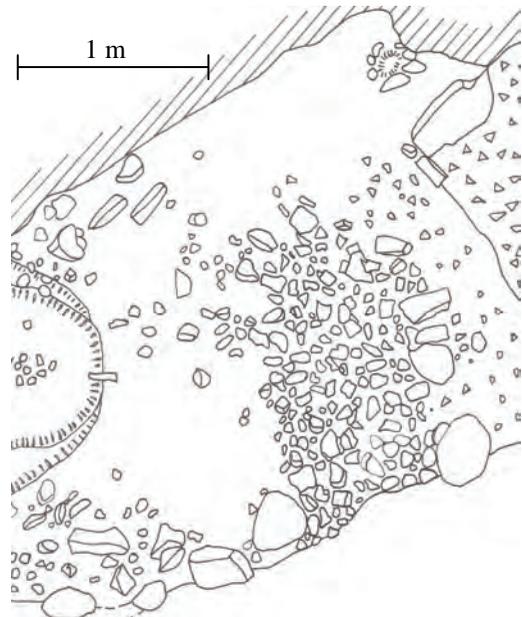


Figura 2.5 – Rilievo del suolo abitato di Romagnano III (valle dell'Adige), con il focolare a sinistra, la pavimentazione a destra e una buca di palo in alto a destra, (7.800-4.500 a.C); da [13 p. 317].

### *Europa occidentale*

L'Europa occidentale vede strutture a capanna o tende erette all'interno di grotte o sotto ripari che spesso ne sfruttano la parete rocciosa. Ad Arcy-sur-Cure (Yonne, in Francia) nella Grotte du Renne emersero tracce di capanne circolari sorrette da pali e, anche in questo caso, da zanne di mammut rinforzate da massi. In questa fase più antica le officine litiche erano inserite negli abitati. Nel Languedoc (Francia) nella grotta della Salpêtrière, una capanna a pianta ovale (3 x 4 m) risalente al Paleolitico superiore, restituì tracce di focolari e ocra rossa come per l'abitato di Terra Amata (Nizza), dunque possiamo anche qui dedurre un uso dell'ocra, oltre che estetico, protettivo contro il Sole. Similmente in Dordogna al Fourneau du Diable venne rinvenuto un tipo di abitazione adiacente alla parete della grotta e delimitata nel lato all'aperto da un muretto. La capanna copriva un'area di 12 x 7 m, mostrava resti di pavimentazione e il rivestimento era sorretto da pali [13].

Particolare attenzione meriterebbe, data la sua complessità, il sito francese di Pincevent (Seine-et-Marne) dove vennero alla luce dei tracciati di costruzioni, a pianta circolare, indicanti capanne o tende di varia complessità; una era formata dall'unione di tre ambienti con spazio interno comune e un focolare all'entrata di ciascuno (figura 2.6) (10.000 a.C. circa). Giacigli e blocchi di calcare usati come sedili assolvevano alle funzioni di riposo e piano di lavoro.

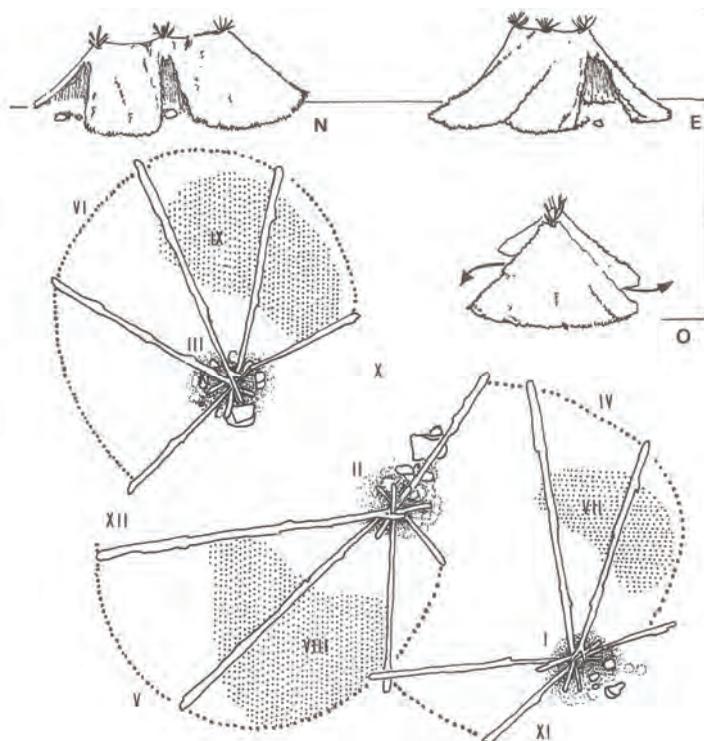


Figura 2.6 – Ricostruzione e planimetria di una abitazione di Pincevent (Seine et Marne) (10.000 a.C. circa) (N, E, O tre orientamenti della capanna; I-III focolari; IV-VI limite del deposito; VII-IX spazi riservati per giacigli; X-XII uscite); da [13 p. 225].

All'interno tracce di ocra rossa sul pavimento che fanno ipotizzare un diffuso impiego di quel materiale terroso. Un'intelaiatura di travi, fissate a terra con materiale limoso, forniva lo scheletro per il sostegno delle pelli di copertura. È stato ipotizzato che tale struttura avrebbe potuto ospitare da dodici a quindici individui [5, 13]. Non mancano in quest'area esempi di abitati all'aperto, quali i siti di Corbiac e di Plateau Perrain, con capanne sempre a livello del suolo.

#### *Europa centrale*

Nell'Europa centrale, ad esempio in Slovacchia nei siti di Barca e Tibava (figura 2.7), si afferma un tipo di abitazione seminterrata di varie forme [4]; con profondità dai 35 agli 80 cm, il cui rivestimento veniva puntellato da pali; la pianta poteva essere di forma diversa, quadrangolare, reniforme, ecc. e la copertura era sorretta da una sorta di pali [13] (30.000 a.C. circa).

Nel Mesolitico gli abitati presentano una densità maggiore rispetto al Paleolitico superiore, pur non raggiungendo l'estensione dei più importanti siti dell'epoca precedente. In prossimità di laghi o corsi d'acqua, gli insediamenti, venivano collocati su suoli sabbiosi, più asciutti degli ambienti torbosi, in alcuni siti (come a Duvensee, in Germania) si sono conservate piattaforme in legno di forma ovale, rotonda o rettangolare. Sono inoltre stati identificati pavimenti, cerchi di pali o di pietre delimitanti un'area circolare o rettangolare, allineamenti di pali che probabilmente sorreggevano il tetto [13].



Figura 2.7 – Ricostruzione del sito di Tibava (Slovacchia) (30.000 a.C. circa); da [4 p. 272].

### *Europa orientale*

Nell'Europa orientale sono numerosi i siti all'aperto con una quantità variabile di strutture abitative, sia seminterrate che a livello del suolo, a pianta ovale o circolare; spesso l'armatura del tetto e delle pareti era costituita da ossa di mammut.

Nell'Europa orientale la base degli edifici è sempre ovale o circolare; alcuni elementi di queste strutture lasciano intendere una vita più sedentaria "*secondo un piano determinato*" e non stagionale. Tra i più significativi e noti modelli abitativi possiamo ricordare: l'accampamento di Pavlov I e Dolni Vestonice I in Moravia (27.000-19.000 a.C.).

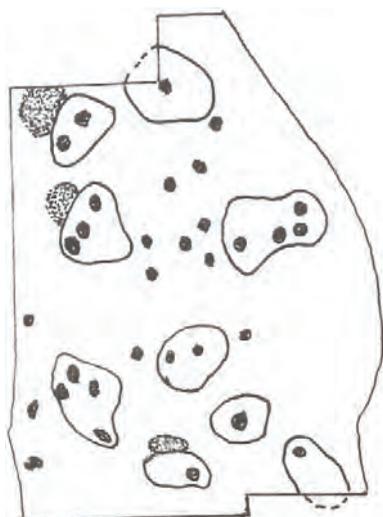


Figura 2.8 – Planimetria dell'accampamento di Pavlov I in Moravia (27.000-19.000 a.C.), da [13 p. 225].



Figura 2.9 – Sito di Dolni Vestonice I in Moravia (27.000-19.000 a.C.), da [5 p. 195].

Pavlov I (figura 2.8) constava di nove capanne infossate, costruite da pali, rami e ossa. La disposizione senza un disegno regolare si snoda tra vari segni di focolari (27.000-19.000 a.C) [13, 29].

Dolni Vestonice I (figura 2.9), invece, era circondato da un recinto e poteva ospitare da 100 a 150 persone. In una posizione molto favorevole per la caccia, che, dai ritrovamenti, pare fosse specializzata per il mammut. A monte venne trovata una capanna con un forno per la cottura dell'argilla (27.000-19.000 a.C.) [5].

L'accampamento di Kostienki I nella piana Russa, consisteva di una decina di abitazioni di ridotte dimensioni. Tali strutture erano per la maggior parte sottoterra con il tetto la cui armatura era in ossa e zanne di mammut. Contrariamente all'accampamento di Pavlov I a Kostienki I la geometria dell'accampamento era più regolare, di forma ellittica, attorno a vari focolari disposti lungo una linea (figura 2.10) (12.600-10.000 a.C.circa). Strutture simili sono comparse ad Advievo presso Kursk sul fiume Seim [13].

L'accampamento Mežerič in Ucraina era di dimensioni più ridotte rispetto ai due precedenti, tre capanne circolari costruite a livello del suolo di 12, 20, 23 m<sup>2</sup> con alla base crani di mammut con le zanne conficcate a terra (figura 2.11) (13.000-12.000 a.C.). Vari ordini di vari tipi di ossa si disponevano regolarmente sopra un'armatura in legno. Gli stipiti dell'ingresso erano fatti con le zanne dell'animale ed erano protetti da una barriera di ossa che fungeva da frangivento. È chiaro che la quantità di ossa abbia richiesto un impegno nella caccia troppo grande perché l'accampamento di Mežerič fosse di natura "temporanea" e non "stabile". L'importante ruolo svolto nell'economia dalla raccolta dei vegetali portò ad una maggiore stabilità ed organizzazione degli abitati, in concomitanza con un notevole incremento demografico [10, 13]. Nell'accampamento è inoltre presente un focolare in posizione eccentrica sormontato da uno spiedo sempre in osso [5].

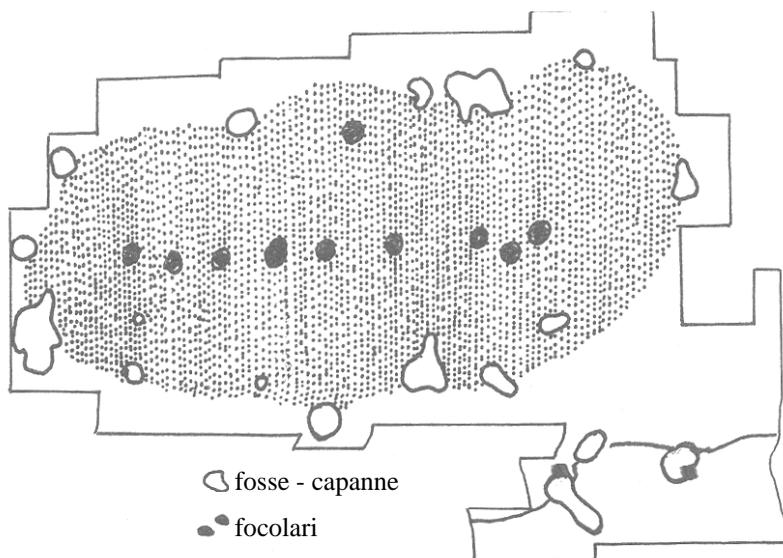


Figura 2.10 – Planimetria di Kostienki I (Russia) (12.600-10.000 a.C. circa), da [13 p. 225].



Figura 2.11 – Sito di sito di Mežerič (Ucraina) (13.000-12.000 a.C.):  
a) da [5 p. 212]; b) da [20 p. 181].

### 2.2.3 Asia

Nel Paleolitico superiore gli insediamenti sono presenti lungo i fiumi che attraversano la Siberia e si gettano nel mare Artico; anche durante l'apice dell'ultimo periodo glaciale, in questo grande territorio le zone ghiacciate erano limitate alle aree montuose e alle regioni dell'estremo nord; quasi tutte le pianure nella zona settentrionale tra gli Urali e Yenisey erano coperte da grandi laghi e paludi. Insediamenti sono stati rinvenuti nell'area di Niisk, di Minusinsk e di Krasnoyarsk, nella valle di Angara, in particolare i siti di Mal'ta e Buret' (Siberia). I ripari erano costruiti lungo le rive dei fiumi, avevano forma oblunga ed erano scavati nel terreno. I tetti erano coperti di terra e probabilmente sostenuti da travi in osso. Si accedeva ai ripari attraverso stretti passaggi, un ingresso ideale per difendersi da un clima freddo. Durante i lunghi periodi di caccia l'*Homo sapiens sapiens* indossava pelli per proteggersi dal freddo, come testimoniato dagli aghi di osso rinvenuti a Mal'ta e, soprattutto, da una statuetta proveniente da Buret'. L'abitato, caratterizzato da manifestazioni artistiche assai evolute, si rivela particolarmente adatto al clima rigido ed è strutturato per la caccia al mammut [13]. Per questi popoli, stanziati sulle rive dei fiumi, l'importanza del pesce (fonte primaria di vitamina D in quelle zone) è dimostrata da un oggetto recante l'intaglio di un pesce e dall'utilizzo di vertebre come perline. A nord-est le uniche tracce di insediamento si trovano nel bacino del fiume Lena, e fino ad ora al di sopra

del 61° parallelo (latitudine nord), non sono stati rinvenuti segni dell'uomo paleolitico [10].

Nel Mesolitico sono stati riconosciuti siti di diversa estensione, con funzioni differenziate: campi base con più abitazioni, o con un'unica struttura d'abitato, occupata probabilmente da una sola famiglia, e campi secondari in cui si svolgevano attività estrattive [13].

## 2.2.4 Americhe e Australia

### Americhe

L'Istmo di Bering<sup>5</sup> avrebbe potuto essere facilmente attraversato dai cacciatori che inseguivano la selvaggina durante i periodi di abbassamento del livello del mare (intorno a 20.000 anni fa, figure 2.12 e 2.13), tuttavia non esistono finora valide informazioni che attestino la presenza dell'*H. sapiens sapiens* in quel periodo nel continente Americano.

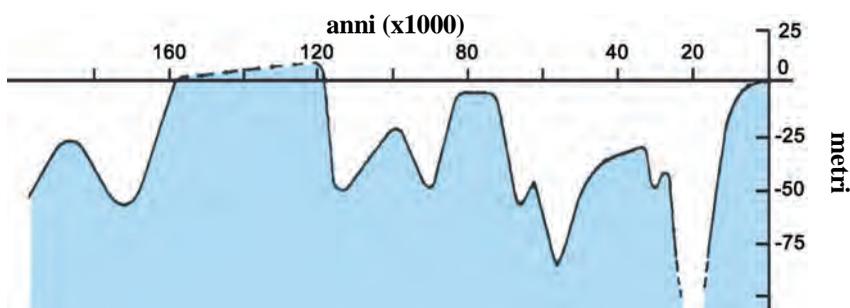


Figura 2.12 – Livello del mare nell'ultimo periodo glaciale iniziato 125.000 anni fa. Elaborazione da [30].



Figura 2.13 – Con l'abbassamento del livello dei mari (intorno a 20000 anni fa) l'Istmo di Bering potrebbe essere stato facilmente attraversato dai cacciatori che inseguivano la selvaggina (vedi figura 1.9, Paragrafo 1.7).

Un numero considerevole di testimonianze, invece, ne attesta la presenza già da 13.000 a 10.000 anni fa. Gli insediamenti ci consentono di osservare meglio l'adattamento di questi popoli ai diversi ambienti. La cultura delle praterie nordamericane aveva un alto livello di specializzazione e si basava sulla caccia. Le popolazioni che abitavano il deserto occupavano grotte e ripari rupestri, in modo discontinuo alla ricerca di cibo, vivevano di caccia ma facevano largo uso di piante selvatiche. È probabile che la coltivazione del granturco sia stata praticata per la prima volta nella zona meridionale della cultura del deserto. Nella zona sud orientale del nord America l'economia era basata su una combinazione di caccia, pesca e raccolta di piante. La popolazione viveva in piccoli gruppi, i loro insediamenti erano molto semplici. Non conoscevano la ceramica, per gli utensili si servivano della selce, della pietra e di sostanze organiche. L'unica eccezione era il rame, che veniva utilizzato senza essere sottoposto ad alcun processo metallurgico<sup>6</sup> [10].

### *Australia*

L'Australia fu occupata più di 20.000 anni fa. L'*Homo sapiens sapiens* non aveva animali domestici, né coltivava piante. La vita era totalmente basata sulla caccia, sulla pesca e sulla raccolta. Era una cultura aceramica, dunque i recipienti erano costruiti con materiali trovati nell'ambiente, come ad esempio la corteccia delle piante. Nel corso dell'anno la popolazione si spostava periodicamente all'interno del proprio habitat per sfruttare i prodotti naturali spontanei. Essa viveva in grotte, o cosa più frequente, in ripari naturali; le uniche tracce di questi insediamenti sono costituiti da focolari, resti di cibo e manufatti [10].

## **2.2.5 Dalle prime abitazioni ai villaggi**

L'abitazione, la quale rispecchia sia l'ambiente sia il genere di vita di una comunità, è senza dubbio il più importante elemento espressivo della culturale materiale.

È facilmente intuibile che le prime abitazioni dell'uomo fossero le stesse degli animali, ovvero le grotte naturali. Tali grotte, laddove la pietra lo consentiva, erano spesso ampliate con l'impiego di arnesi molto semplici (pietre più dure, ossa di animali, ecc.). "Man mano che le famiglie e le comunità si espandevano, nuove grotte venivano talvolta interamente scavate a fianco di quelle naturali preesistenti". Praticamente contemporanee alle grotte-abitazioni sono le capanne-abitazioni "queste capanne erano parzialmente interrate e in pratica erano fosse abitabili. In pianta esse variavano dalla forma tonda a quella rettangolare. La forma tonda fu generalmente usata nei primordi dagli abitatori primitivi" [2].

"I dolmen appartengono quasi certamente alla stessa epoca delle abitazioni in grotte e capanne, tuttavia non sono abitazioni. Una abitazione rupestre poteva facilmente essere ricavata, con l'impiego di semplici e rudimentali arnesi, anche da un solo uomo (per la propria famiglia), ma un dolmen con le sue pesanti lastre di pietra poteva essere realizzato soltanto con un ben organizzato lavoro di gruppo e invariabilmente serviva da monumento funerario per un capo o un uomo importante" [2]. È in questa fase che dalla singola abitazione si passa al villaggio, con un più stretto rapporto fra gli uomini, rapporto che si è sviluppato in modo diverso alle varie latitudini, portando, in seguito, a centri urbani strutturati, sia pure nelle stesse epoche, in modi assai diversi ancora in funzione dei diversi soleggiamenti.

L'uomo, nel realizzare le proprie abitazioni, ha subito intuito che disporre l'una rispetto all'altra in un determinato modo avrebbe dato vantaggi all'una e all'altra. I

vantaggi erano riconducibili sia alla sicurezza, nei confronti dei predatori (animali o altri uomini) sia alle condizioni meteorologiche.

Disporre le abitazioni una vicina all'altra creando fra questi stretti e tortuosi passaggi rallentava l'aggressore e forniva all'agredito nascondigli più sicuri e più facili vie di fuga. Questa struttura "strategica", come abbiamo detto, ha avuto anche una valenza in relazione alla meteorologia. In zone dove il Sole va alto sull'orizzonte le ombre sono corte e costruire le abitazioni una vicina all'altra consente loro di ombreggiarsi reciprocamente meglio. Strade strette e tortuose, inoltre, rallentano il vento e con esso le tempeste di polvere e di sabbia. Già questi due aspetti, minor soleggiamento e minore ventosità, migliorano la stabilità termica (oggi diremmo la climatizzazione) delle abitazioni nelle regioni a bassa e media latitudine.

Questa tecnica, sviluppata e affinata nel tempo, ha portato in epoca storica, nel bacino del Mediterraneo, alle medine e alle casbe, dei paesi mussulmani, e alle città medievali, dei paesi cristiani.

Per contro laddove il soleggiamento era modesto (elevate latitudini), al migliorare delle forme di difesa dagli aggressori, la distanza fra le abitazioni è andata aumentando in modo da consentire alla radiazione solare di "entrare" nelle dimore e rendere gli ambienti più caldi e salubri.

Villaggi a quote elevate o a latitudini ancora superiori riportarono un "riavvicinamento" delle abitazioni, infatti, in questi casi, i fattori climatici più importanti, bassa temperatura e forte vento, sono meglio controllabili in abitati più "compatti"<sup>7</sup>.

## 2.3 Villaggi e agricoltura

Negli ultimi 4 milioni di anni il pianeta è andato sperimentando una continua tendenza a diventare sempre più freddo e secco. Attorno a tale tendenza generale si verificano oscillazioni climatiche, bruschi cambiamenti termici che raffreddarono e riscaldarono la Terra periodicamente: a volte producendo un clima secco, a volte umido. Tali oscillazioni dipendono da fattori astronomici, vale a dire dai movimenti dell'asse della Terra e dall'orbita descritta dal pianeta attorno al Sole. Simili cambiamenti astronomici fanno seguito a determinati cicli che attengono all'irradiazione solare che giunge sulla Terra e determinano cicli climatici.

Nella figura 2.14 è riportata l'orbita (eclittica) descritta dalla Terra, annualmente attorno al Sole, ai giorni nostri e (disegnate più piccole) quelle descritte 11.500 e 5.500 anni fa. Si può osservare come nel tempo siano variate le posizioni dei solstizi e degli equinozi (vedi paragrafo 2 della Seconda Parte). A questo "slittamento", che comporta variazioni delle stagioni, si sovrappongono altri movimenti:

- una rotazione di precessione in circa 26.000 anni attorno alla perpendicolare all'eclittica (moto scoperto da Ipparco nel 125 a.C.) (figura 2.15),
- una piccola rotazione, detta nutazione, dovuta all'azione gravitazionale della Luna, con periodo di 18,6 anni (moto scoperto da J. Bradley nel 1748) (figura 2.15);
- la variazione di eccentricità e obliquità dell'eclittica;
- la variazione dell'inclinazione dell'asse di rotazione.

Questi moti fanno sì che, nei tempi lunghi, cambi l'insolazione della superficie terrestre e con essa il clima delle varie zone della Terra.

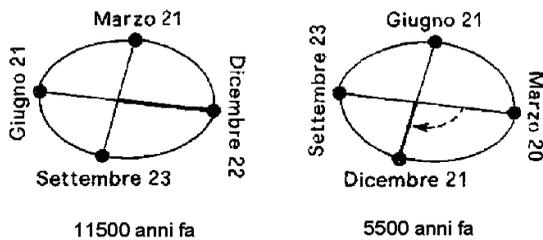
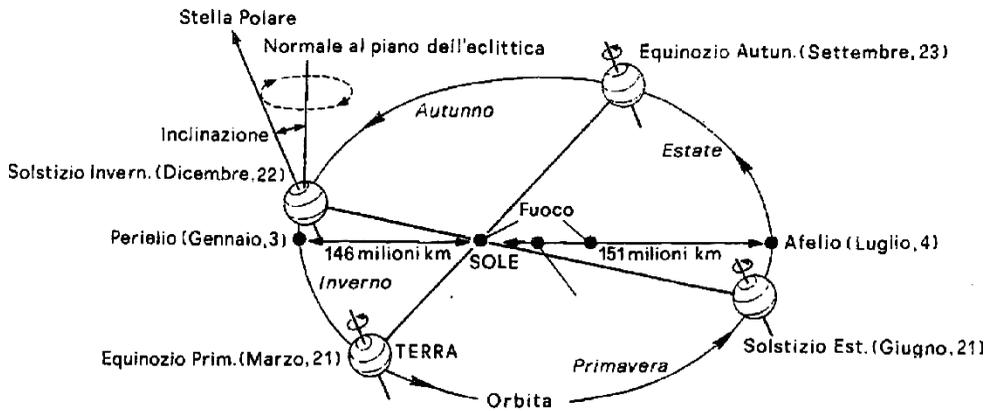


Figura 2.14 – Rivoluzione della Terra intorno al Sole, sopra ai giorni nostri, sotto 11500 e 5500 anni fa.

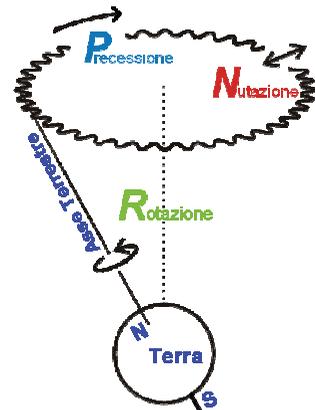


Figura 2.15 – Rotazione della Terra intorno al proprio asse e moti di precessione (in circa 26.000) e nutazione (in circa 18,6 anni) causati dalla Luna e dagli altri pianeti del sistema solare.

Nel corso dell'ultimo periodo glaciale, iniziato 125.000 anni fa quando fu raggiunto il massimo di riscaldamento del clima (punto A figura 2.16), la temperatura media della Terra ebbe vicende alterne. Circa 60.000 anni fa si verificò un primo massimo di freddo (punto B figura 2.16) seguito da un addolcimento della temperatura che consentì, 35.000 anni fa, la comparsa dei nostri antenati in Europa (punto C figura 2.16). Dopo qualche migliaio di anni la temperatura ambiente cominciò a diminuire, raggiungendo il massimo assoluto di freddo circa 20.000 anni fa (punto D figura 2.16).

In seguito, nel giro di poche migliaia di anni, la temperatura ambiente subì un rapido aumento (periodo post-glaciale), durante il quale si alternarono brevi periodi di raffreddamento repentino, fino all'istaurarsi del clima mite nel quale viviamo.

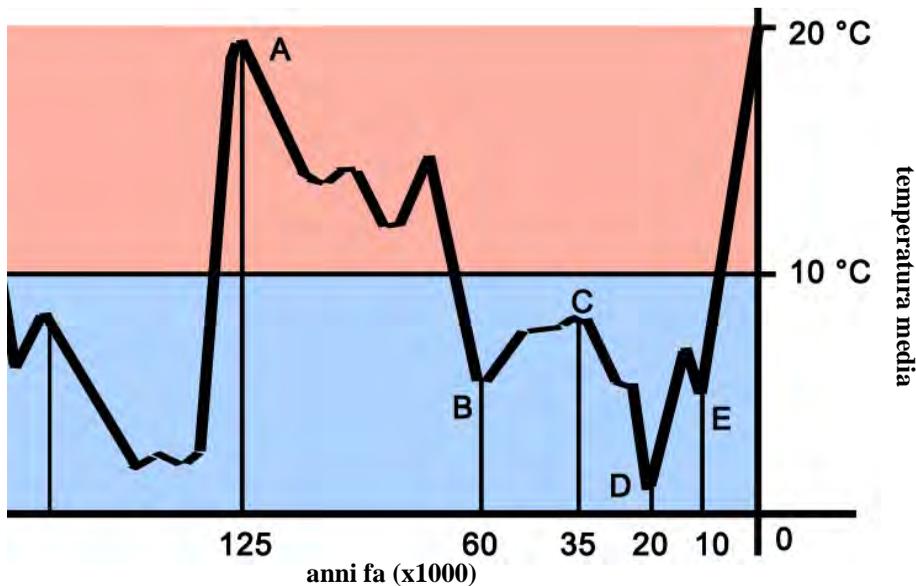


Figura 2.16 – Nel corso dell'ultimo periodo glaciale iniziato 125.000 anni fa la temperatura della Terra ha subito alterne vicende. Elaborazione da [30].

Nel corso del periodo glaciale, il nord Africa godeva di un clima simile a quello attuale europeo. La fine di questo periodo inizia con un cambiamento della circolazione atmosferica globale (ovviamente pilotato dalla radiazione solare, in relazione all'assetto dell'asse terrestre rispetto all'eclittica). Conseguenza di ciò fu che le perturbazioni che portavano acqua nel nord Africa, spingendosi fino a tutto il Sahara, cominciarono a diminuire e gli inverni piovosi seguiti da un monzone estivo andarono via via riducendosi. La quantità di acqua evaporata da quei territori risultò, nel tempo, maggiore di quello da essi ricevuta sotto forma di pioggia. La vegetazione andò così diminuendo: dalla foresta alla savana, dalla savana alla steppa e dalla steppa al deserto [30].

Nel seguire la vegetazione che si "ritirava" verso nord le popolazioni del sud cominciarono a migrare verso il nord Africa, quasi inseguendo le precipitazioni, trovandosi però confinate in spazi sempre più limitati.

Circa 10.000 anni fa, la pressione demografica nei luoghi a clima sub-tropicale, i quali offrivano le migliori condizioni di vita, aveva, probabilmente, raggiunto un livello considerevole. Si aggiunga a ciò che in quel periodo, per circa mille anni, vi fu un repentino cambiamento climatico<sup>8</sup> (punto E figura 2.16) che modificò flora e fauna della regione e alterò sensibilmente il sistema di vita, forzando gli uomini del tardo Paleolitico a trovare soluzioni alimentari nuove [8].

L'addomesticamento di piante e animali, che già servivano come alimenti, ebbe inizio nel Medio Oriente, in Cina, in Messico e nelle Ande settentrionali. Le aree d'origine dell'addomesticamento sono abbastanza sparse in tutte queste zone e le soluzioni pratiche furono assai diverse nelle regioni indicate; come diverse erano le piante locali e, soprattutto in Medio Oriente, gli animali selvatici indigeni che furono addomesticati. Ciò indica una pressione esterna comune, come il cambiamento globale del clima, che sembra esservi stato

a quei tempi e lo sviluppo di fattori interni comuni alle diverse regioni, come l'esaurimento delle risorse e la pressione della popolazione. Queste ultime due conseguenze possono essere state provocate entrambe dal cambiamento del clima [8].

È alla civiltà natufiana, fiorita dall'Eufrate al Sinai tra 12.500 e 10.000 anni fa<sup>9</sup>, che risalgono le prime forme di sedentarizzazione che hanno preceduto l'agricoltura [3]. Le coltivazioni da cui derivarono quelle dei cereali e in particolare dell'orzo richiedevano un clima caldo e asciutto, quindi la loro distribuzione era ristretta alle regioni in cui vigevano tali condizioni, in particolare le pendici e le pianure adiacenti alle montagne dell'Asia occidentale, dell'Anatolia e dell'Iran. Inoltre la distribuzione naturale di capre e pecore selvatiche (le prime specie ad essere state addomesticate) si estendeva all'incirca sulla stessa area.

L'introduzione dell'agricoltura ha effetti sconvolgenti sull'evoluzione dell'uomo. La prima conseguenza è che l'uomo abbandona il nomadismo e si organizza in gruppi stanziali. Si passa dalle bande di cacciatori raccoglitori del Paleolitico superiore, a una struttura sociale elementare ad organizzazione egualitaria costituita da meno di 100 individui che si spostano seguendo i cosiddetti ritmi stagionali, impiantando nei campi base dei ripari temporanei, fino ad arrivare a tribù costituite da alcune centinaia o migliaia di individui stanziati in villaggi permanenti. La società è multi-comunitaria e in essa si possono riconoscere degli individui delegati a svolgere funzioni ufficiali ricoprendo per esempio il ruolo di dignitari religiosi. L'economia, in un sistema produttivo di sussistenza, è basata su la domesticazione delle piante e degli animali.

Tra i nuclei stabili organizzati nei primi villaggi, nascono traffici e commerci e la migrazione delle specie domestiche, in un crescendo continuo che porta allo sviluppo di mestieri e arti. Dai villaggi, per espansione ed arricchimento, sorgono i primi nuclei urbani.

Gli insediamenti erano in netta prevalenza all'aperto, le abitazioni (a pianta circolare, ellissoidale, rettangolare o trapezoidale) venivano edificate con mattoni di argilla o con travature e graticciati intonacati; il loro pavimento poteva essere infossato nel terreno o aver un basamento in pietra. All'interno compaiono spesso focolari, pozzetti e altre strutture; attraverso la loro distribuzione e quella dei resti di pasto e dei prodotti materiali è talora possibile individuare una suddivisione dello spazio interno per le diverse utilizzazioni.

I villaggi assai frequentemente erano delimitati da fossati o cinte murarie, probabilmente per circoscrivere il territorio occupato e proteggerlo contro eventuali incursioni di predatori, animali selvatici o membri di altre comunità. Continua più sporadicamente, che nell'epoca precedente (Mesolitico), la frequentazione di ripari sottoroccia o grotte, collegata assai frequentemente a scopi rituali. La pratica di attività commerciali probabilmente in un'economia di scambio è documentata per diversi tipi di oggetti e materie prime. La ceramica attesta un più avanzato stadio di padronanza del fuoco, la materia prima è l'argilla allo stato naturale che si può trovare nei depositi fluviali o lacustri oppure in accumuli superficiali [14].

Intorno al 5.000 a.C. La cultura neolitica si era diffusa dalla Mesopotamia all'Egitto, più tardi si verificò una vasta diffusione, anche verso l'Europa e l'Asia (prima nella valle dell'Indo e poi in Cina), della agricoltura esercitata da comunità stanziali, elemento centrale della cultura neolitica [18].

### **2.3.1 Africa**

La domesticazione e la produzione alimentare fanno la loro comparsa nel continente africano nella seconda metà del VI o inizio del V millennio a.C., in Egitto.

Questo è, quindi, l'inizio della coltivazione (di frumento e orzo) e di domesticazione animale; ci sono pochi dubbi che l'Africa, in primo luogo, derivi la conoscenza di queste cose dalla Valle del Nilo, che a sua volta l'acquistò dal Vicino oriente. Ci sono voluti, però, tempi sorprendentemente brevi perché la nuova economia si diffondesse in tutto il Nord Africa. Era presente in Cirenaica dal 5000 a.C. e in gran parte del Sahara dal 3500-3000 a.C. La cultura neolitica si trova a sud del Sahara, tuttavia, arriva più tardi, e in realtà non riesce a sostituire completamente il Mesolitico, stile di vita basato sulla raccolta, diffuso in gran parte del sub-continente. Questo ritardo culturale deve essere in parte imputato alla geografia ma, probabilmente, il fattore più importante è stato di tipo economico. Colture di cereali e scorte domestiche, nel ricco ambiente dell'Africa tropicale, non erano le necessità per la vita del villaggio permanente, che invece erano basilari nelle regioni aride e semi-aride in cui sono sviluppate. Le abbondanti risorse vegetali e animali, della savana tropicale e delle foreste, fornivano tutto ciò che era necessario a mantenere le popolazioni del Mesolitico a un livello di sussistenza analogo a quello dato dalle colture e dalle scorte agli agricoltori neolitici. Dopo il 2500 a.C., con l'instaurarsi nel Sahara di un clima siccitoso e il conseguente impoverimento dei pascoli, alcune delle popolazioni neolitiche furono costrette a spostarsi verso sud, dove furono fatti i primi tentativi di pratiche agricole. Così le colture di riso sono state sviluppate in Guinea, sorgo<sup>10</sup> e *Pennisetum*<sup>11</sup> nel Sudan, eleusine<sup>12</sup> e tef<sup>13</sup> in Etiopia. Troviamo coltivatori neolitici nel nord della Nigeria, i creatori della cultura Nok, tra il 2000 a.C. e 200 d.C. Pastori neolitici hanno raggiunto l'Etiopia e il Rift del Kenya circa 2000 a.C. Un'altra parte è il bacino del Congo. Tutto il resto del Sud Africa è rimasto nella fase di raccolta, a motivo della ricchezza delle risorse alimentari selvatiche, all'incapacità a disboscare dell'uomo neolitico e alla sua inadeguatezza a sviluppare comunità sufficientemente grandi [11].

#### *Sudan ed Egitto*

Alcune teorie, relativamente alla domesticazione, considerano una autonoma neolitizzazione dell'Africa del nord o ipotizzano processi autonomi sull'altopiano etiopico. Per alcune specie vegetali quali il sesamo<sup>14</sup>, il miglio<sup>15</sup>, il riso africano e il sorgo è possibile ipotizzare un'origine africana; analogamente per i bovini, essendo comparsi a Bir Kiseiba nel Sahara egiziano resti di *Bos primigenius*<sup>16</sup> (figura 2.17) in stato di incipiente domesticazione, datati 7000 a.C. [14, 32].



Figura 2.17 – A sinistra: Uri su una pittura rupestre (13.000-15.000 a.C) a Lascaux, Francia. A destra: “La difesa dell’uro” di Heinrich Harder (1858-1935).

Ci sono ragioni sufficienti a documentare che l'agricoltura fu introdotta in Egitto dall'esterno: si trattava di poco bestiame e di alcune varietà di granaglie, ma che consentirono comunque di avviare una nuova e prospera economia lungo la valle del Nilo.

Per comprendere la nascita dell'agricoltura lungo il percorso del Nilo sono illuminanti studi condotti in Sudan, nella regione del Khartoum, dove incontriamo una successione interessante di economie preistoriche del IV millennio a.C.

Dapprima abbiamo una cultura mesolitica, basata su caccia, pesca e raccolta, che possedeva una cultura materiale in pietra e osso, arricchita da una raffinata lavorazione della ceramica.

A questa cultura se ne sostituì un'altra, che prende il nome dal sito di Shaheinab, risalente al 3300 circa. Qui il 98 % delle ossa animali reperite appartiene a specie selvatiche, ma il restante 2 % attesta i primi tentativi di addomesticazione, in particolare capre.

Si può pensare di assistere a un processo di acculturazione sul quale influirono popolazioni più settentrionali, a testimonianza di ciò basti ricordare che le capre selvatiche non esistevano a sud del Sahara, dunque quelle di Shaheinab devono essere state introdotte dall'esterno e non addomesticate sul posto, non ci sono invece prove di coltivazione di cereali [1, 10].

Nell'Alto Egitto, durante una prima fase (la Tasiana<sup>17</sup>), sembra fosse praticato l'allevamento, nelle fasi che seguirono c'erano con molta probabilità capre, pecore e cani addomesticati. L'unica traccia di architettura in queste fasi predinastiche sembra essere la capanna, tuttavia l'esistenza di necropoli piuttosto vaste suggerisce la presenza di insediamenti permanenti. La ceramica era semplice, ed è presente una raffinata lavorazione della selce e dell'avorio.

I primi insediamenti agricoli nella Valle del Nilo, possono essere fatti risalire non oltre la seconda metà del V millennio a.C. In questa regione non sono state identificate culture precedenti basate sulla caccia e sulla raccolta; ma qui l'introduzione dell'addomesticazione sembra sia dovuta ai contatti con la civiltà egiziana del basso Nilo, avvenuta intorno al IV millennio a.C.

Nel Basso Egitto troviamo siti come quelli di el-Fayyum databili tra il 4450 e il 4150 a. C.; vi erano certamente capre addomesticate, e forse anche pecore, insieme ad una specie antica di frumento, si coltivava l'orzo. Il clima secco ha permesso di conservare in buono stato numerosi oggetti: coltelli da mietitore, attrezzi in legno per la trebbiatura e vasi rivestiti di paglia contenenti granaglie, cesti, stuoie in erba o giunchi ed i primi frammenti di tessuto in lino. Ci sono inoltre testimonianze di una industria della pietra e della selce e di una ceramica semplice. Il livello culturale non fu mai elevato così come quello degli insediamenti successivi di Merimde e di Maadi; canneti frangivento, o come a Merimde, capanne ovali costruite con zolle di fango, anziché mattoni, costituiscono le conquiste architettoniche più alte di questi siti [33].

Le comunità contadine dell'Egitto preistorico hanno fin dall'inizio particolarità totalmente africane, e le caratteristiche fisiche dei corpi nelle tombe confermano l'origine camitica della popolazione e il contatto, dalla fine del IV millennio a.C., con popolazioni semitiche e con la civiltà sumerica. Le innovazioni comprendono, per quanto riguarda le abitazioni, un'architettura monumentale in mattoni di fango con caratteristici pannelli rientranti lungo le mura esterne.

### 2.3.2 Europa

Si può dire che le prime comunità agricole conclusero la loro esistenza intorno al 2000 a.C., mantenendo indefinita la data iniziale, che per l'Europa sud-orientale dovrebbe collocarsi, comunque, prima del 5000 a.C. Le comunità agricole che non conoscevano la ceramica si stabilirono nella Grecia settentrionale durante il VI millennio a.C., in seguito emerse in Grecia una sequenza di culture che si distinsero tra loro per lo stile della ceramica, tutte precedenti la data di inizio del primo periodo elladico<sup>18</sup> datato nei secoli iniziali del III millennio a.C. Gli insediamenti formati da abitazioni in mattoni di fango, costituiscono sovrapposizioni di tipo tell<sup>19</sup> e quindi presuppongono un certo grado di competenza nella agricoltura stanziale. Durante le prime fasi capre e pecore erano gli animali domestici dominanti, come testimoniato dal più arcaico livello del sito tessalico di Argissa, che aveva capanne in legno a pianta rettangolare. Ad Argissa è documentato l'uso dell'ossidiana che proveniva sia dall'isola di Melos (arcipelago greco) sia dalla Turchia [10].

Il sito di Khirokitia a Cipro rivela la presenza di una cultura simile (VI millennio a.C.), basata sull'agricoltura e l'allevamento della capra e forse della pecora. Il sito, posto su un dosso nell'ansa di un fiume, è caratterizzato da abitazioni in pietra, a pianta circolare, con diametro inferiore a 6 metri, e volta ad alveare (in seguito utilizzate anche come tombe) disposte lungo una strada lastricata, che portava dalla riva del fiume alla cima della collina, il cui tracciato restò immutato durante i secoli di vita dell'insediamento. Le osservazioni stratigrafiche hanno rilevato che lo stesso tipo di casa fu in uso per lungo tempo; all'inizio esclusivamente in argilla con una struttura aggiuntiva in legno, ma senza zoccolo di pietra che, più o meno alto, è costantemente presente in una fase successiva. La copertura era formata da una cupola di mattoni di argilla. Un focolare ovale o circolare era sistemato nella zona centrale dell'ambiente o a ridosso della parete, frequenti erano anche buche per conservare le derrate alimentari (figura 2.18) [10, 14, 31].

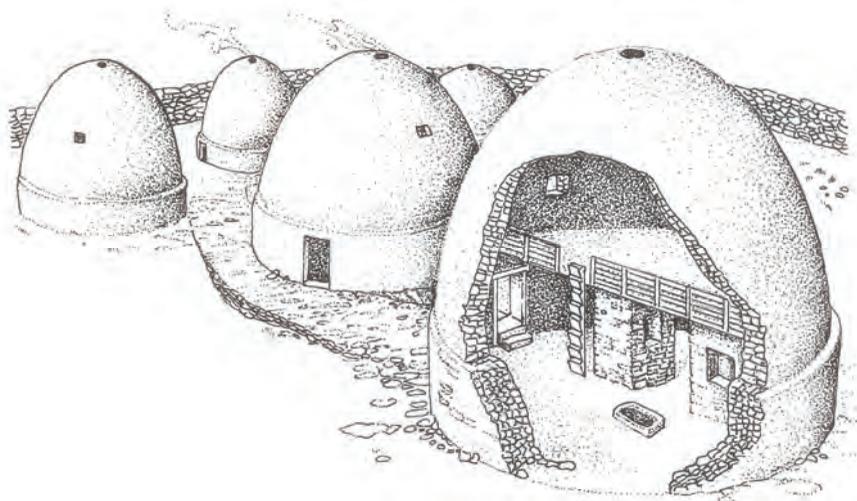


Figura 2.18 – Ricostruzione di una parte dell'insediamento di Khirokitia-Cipro (VI millennio a.C.), da [14 p. 29].

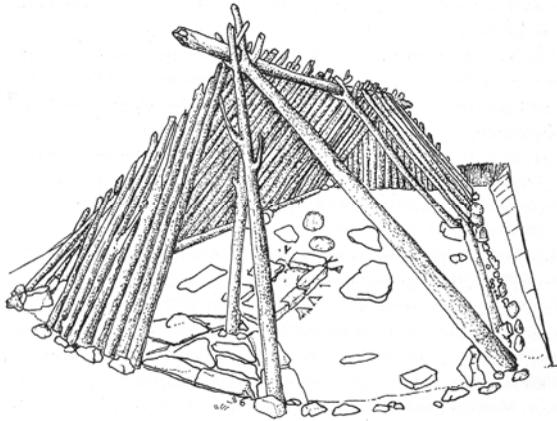


Figura 2.19 – Ricostruzione di una capanna di Lepenski Vir (Serbia orientale) in cui si passa dal Protoneolitico al primo Neolitico ceramico, da [14 p. 41].

Seguono fasi come quella documentata da Sesklo (Grecia) databile intorno al 5360 a.C. caratterizzata da ceramica dipinta, presenza di maiali domestici e orzo. Gli insediamenti erano piccoli, solitamente di circa 90 x 70 metri [10].

Le abitazioni di Sesklo, a pianta rettangolare o quadrata con sostegni interni, tra i modelli architettonici europei, sono quelle che, come vedremo, più si differenziano dai modelli abitativi dell'Asia occidentale. Verso il 4400 a.C. Sesklo fu distrutta da un incendio, non è chiaro se per cause naturali o ad opera di altri gruppi [10, 14].

A Lepenski Vir (Serbia orientale) (figura 2.19) il villaggio era formato da abitazioni a pianta trapezoidale il cui lato maggiore, ad andamento convesso, era costantemente rivolto ad est; all'interno vi era un focolare di forma rettangolare. Qui è possibile cogliere il passaggio dal Protoneolitico al primo Neolitico ceramico. Si passa cioè da una economia ancora di tipo Mesolitico, basata sulla caccia e sulla pesca dove l'unico animale domestico era il cane, a una economia in cui è attestata l'introduzione sia dell'agricoltura sia dell'allevamento, e compare la ceramica.

In queste comunità agricole della Grecia preistorica, gli insediamenti sono costituiti da abitazioni individuali a pianta rettangolare, nelle regioni orientali e centrali del continente, e a pianta sostanzialmente circolare, nelle regioni occidentali (figura 2.20).

La tradizione orientale di costruire con il fango continua in Grecia, nei primi insediamenti, e probabilmente anche nei Balcani; in Bulgaria compare una variante, cioè una struttura di tronchi e pareti più sottili.

Nelle regioni balcaniche l'introduzione di una economia produttiva è datata intorno alla fine del VI e la metà del V millennio a.C., gli insediamenti sono costituiti da semplici abitazioni seminterrate, essi sono distribuiti sui terrazzi alluvionali prospicienti i corsi di acqua (figura 2.21).

Nella valle del Danubio gli insediamenti hanno un'architettura adatta alle fitte foreste e al clima più umido, in legno massiccio intonacato con fango.

Anche i tetti si modificano: il tetto piatto orientale è stato abbandonato a favore di un tetto spiovente, più adatto alle condizioni climatiche dell'Europa temperata.

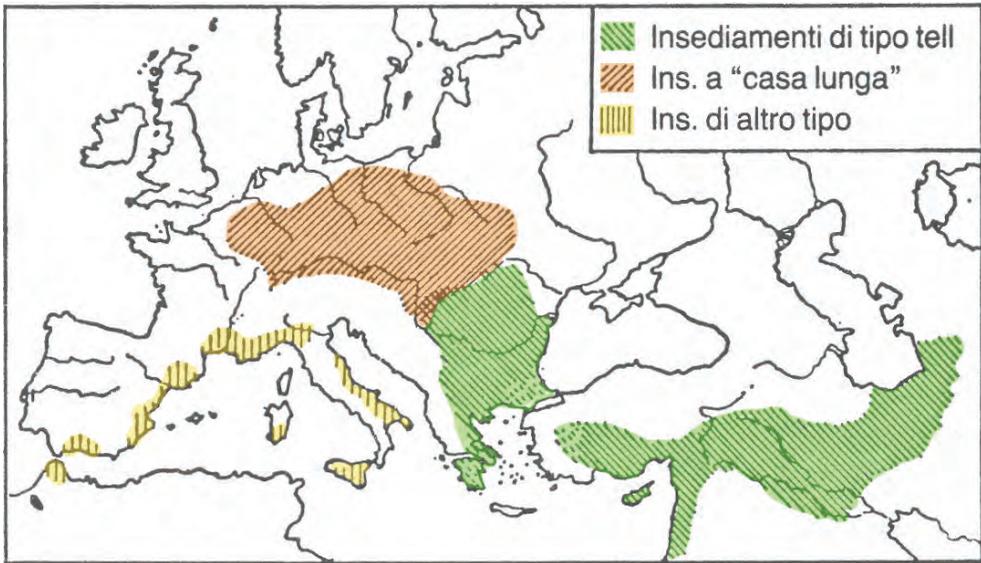


Figura 2.20 – Distribuzione degli insediamenti per tipologia, elaborazione da [10 p. 255].

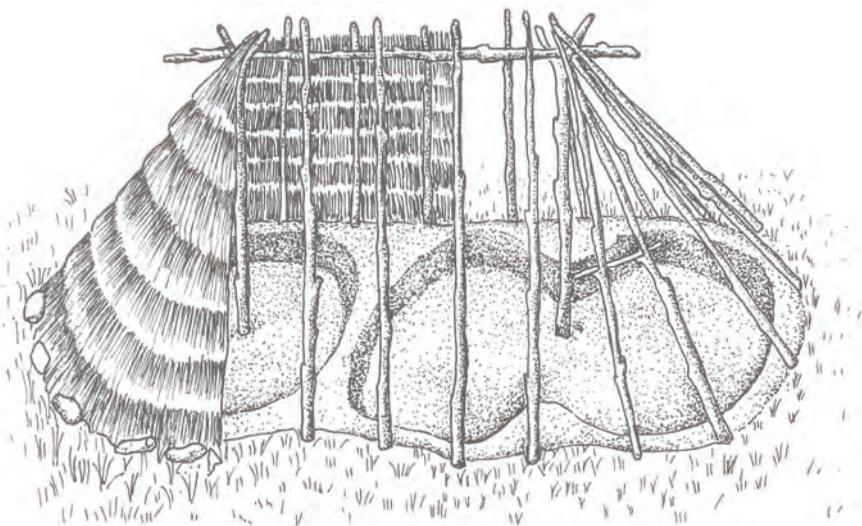


Figura 2.21 – Ricostruzione di una Capanna delle regioni centrali dei Balcani (VI - V millennio a.C.), da [14 p. 41].

La cultura materiale di questi primi insediamenti contadini sembra aver avuto origine in Medio Oriente. La fase successiva, che prende il nome dal sito di Dimini (presso il Golfo di Volos), rivela contatti con la Troade: l'abitato, ubicato sulla sommità di una collina e circondato da mura di pietra, assomiglia a quello di Troia. Il complesso delle mura costruite intorno al 3000 a.C., circondava un'area ovale di circa 80 x 70 metri, all'interno si trova una

cittadella, a pianta quasi rettangolare (23 x 30 metri), dove accanto ad abitazioni di ridotte dimensioni sorgeva una grande casa a due ambienti, un tipico *megaron*<sup>20</sup> di 15 x 7 metri, che si prolungava sulla parete anteriore con due ante. Sono presenti serbatoi di stoccaggio, armadi, pozzi, focolari, ecc. Vi sono quattro tipi di pavimentazione: argilla lavorata, terra battuta, in pietra, argilla con sottostruttura di cocci [10, 14, 26, 27] (figura 2.22).

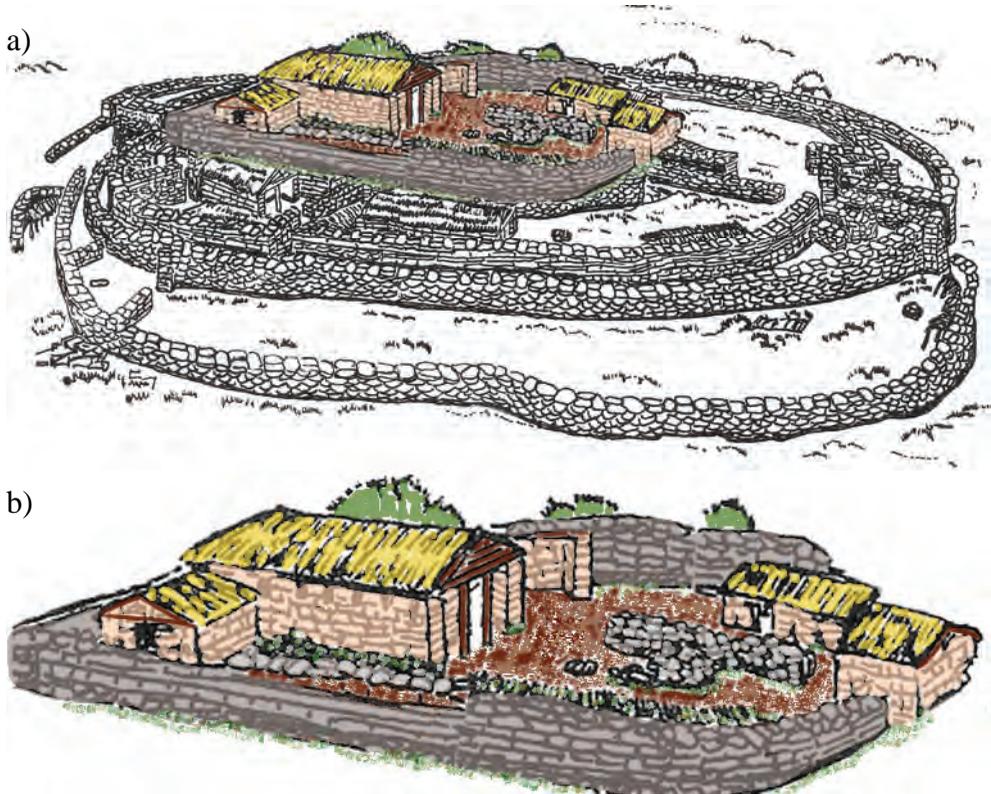


Figura 2.22 – a) Ricostruzione dell’abitato di Dimini presso il Golfo di Volos (circa 80 x70 metri); b) cittadella interna (23 x 30 metri) con tipico megaron (15 x 7 metri) dotato di due ante; elaborazione da [14 p.47].

Nell’area continentale dei Balcani e in Pannonia<sup>21</sup> la tradizione del Neolitico antico scomparve soltanto nella seconda metà del V millennio a.C., per esempio per quanto riguarda la cultura di Butmir a Obre II, l’economia produttiva raggiunse un notevole sviluppo. Le abitazioni, con pareti di pali di legno e intonacate con argilla, erano divise in due o tre ambienti di cui, generalmente, uno con forno e focolare e uno utilizzato per l’immagazzinamento del cibo (figura 2.23).

A Karanovo (Bulgaria), le abitazioni dell’insediamento base del tell sono piccole capanne quadrate a stanza singola, con pareti in canniccio intonacato con fango, il sito misura circa 240 x 180 metri e pare comprendesse 50 o 60 abitazioni in ciascuna delle fasi principali.

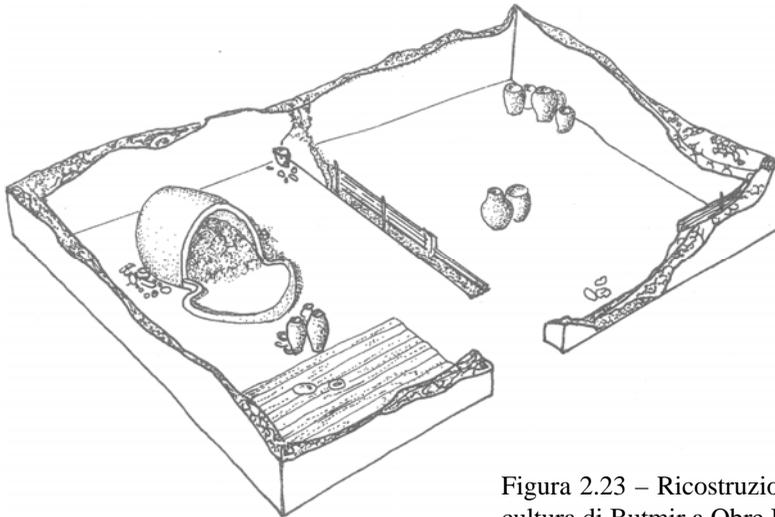


Figura 2.23 – Ricostruzione isometrica della cultura di Butmir a Obre II, da [14 p. 47].

Si presume la presenza di circa 300 individui. In questi insediamenti venivano addomesticati capre, pecore, maiali e bovini, era coltivato il grano, il quale veniva raccolto con falchetti di selce con manici in osso. Il ritrovamento di fusi e telai mostra che le fibre animali o vegetali venivano filate e tessute; commerci sono testimoniati con l'Asia Minore, l'Ungheria settentrionale e le coste del Mediterraneo. L'architettura delle abitazioni di Karanovo si sviluppò passando a costruzioni più grandi a pianta rettangolare, con un ingresso, e talvolta un portico, su un lato nello stile del megaron; la tecnica era ancora quella delle canne intonacate con argilla (attestate in Anatolia) e fango. Le dimensioni erano adatte ancora ad un solo nucleo familiare, ciò testimonia che la popolazione non sembra essere aumentata.

Le pareti interne e le mura esterne potevano essere intonacate e decorate, questo sito, nella sua fase più evoluta, segna il culmine della cultura delle prime comunità contadine di queste zone [10, 14].

A nord dei Carpazi e della foce del Danubio vi è un mondo estraneo alla cultura degli insediamenti di tipo tell: comunità agricole ubicate in regioni esterne a quelle climaticamente e geograficamente più affini all'Asia occidentale. In questa zona, di steppe e foreste, sono stati identificati e scavati numerosi insediamenti di agricoltori che facevano uso della pietra e ci sono prove dell'addomesticazione di capre, bovini, maiali, cani e della coltivazione del miglio. Questa cultura che lavorava e incideva la ceramica può essere collocata introno al 3000 a.C.

Vicino a Kiev si trova la principale manifestazione della cultura Tripolye. Le abitazioni erano in legno e argilla, di struttura solida. Le pavimentazioni erano realizzate con ceppi d'albero, disposti trasversalmente rispetto all'asse principale della casa e ricoperti con uno spesso strato di argilla indurita in superficie con il fuoco. Le abitazioni, che arrivavano a occupare un'area di 30 x 9 metri, avevano tetti spioventi e pareti in legno intonacato con fango. A Vladimirovka 162 di queste abitazioni erano disposte in cinque ovali concentrici e potevano ospitare fino a 4000 persone, a Kolomyia c'erano due anelli

di 39 abitazioni in cui potevano risiedere fino a 1000 persone. Le suddivisioni e i focolari interni, da due a cinque per abitazione, fanno pensare a famiglie estese di 20 o 30 componenti. Tuttavia tali planimetrie potrebbero essere la risultante di ricostruzioni e rinnovamenti periodici del sito, ad esempio dopo un temporaneo abbandono a causa dell'impovertimento del terreno; se ciò fosse il numero degli abitanti poteva essere significativamente inferiore. L'agricoltura era basata sulla coltivazione del frumento, dell'orzo e del miglio, i campi venivano lavorati con la zappa e mietuti con falci a lama di selce; il 70 % delle ossa animali rinvenute a Vladimirovka risulta essere di animali domestici, e il restante è di cervi, alci e cinghiali; nel sito sono stati trovati anche resti di molluschi fluviali. Il ritrovamento di oggetti in ceramica dipinta, di buona fattura, fornisce informazioni sulla vita domestica, così come i modellini di slitte in argilla su pattini di legno forniscono interessanti informazioni sui mezzi di trasporto.

La mancanza di testimonianze relative a un'occupazione continua, con diverse fasi di ricostruzione, è stata considerata una conferma del fatto che le tecniche agricole fossero del tipo primitivo di taglio e incendio, con lo spostamento della popolazione in altro sito quando il terreno esauriva le sue proprietà. Gli insediamenti di Tripolye mostrano l'applicazione dell'agricoltura asiatico-occidentale al nuovo tipo di terreno e al diverso clima, tuttavia la costruzione di massicce e vaste abitazioni, a pianta rettangolare e a più stanze, rivela un tratto nuovo e non asiatico [10].

Due siti rumeni mostrano planimetrie strettamente affini: Habasesti (figura 2.24) e Trusesti, rispettivamente con 44 e 55 abitazioni, più piccole di quelle russe, che coprono una area di 15 x7 metri. In entrambi i siti il villaggio era ubicato in cima ad un promontorio e difeso da un terrapieno e da un fossato.

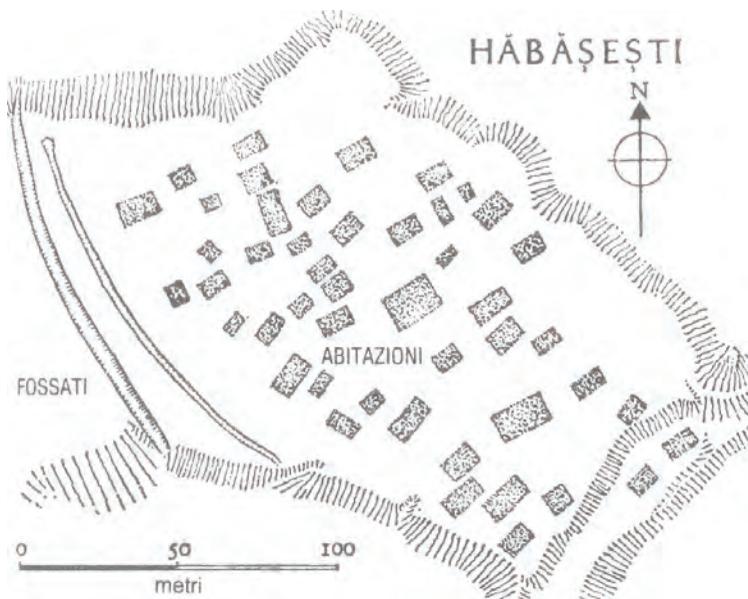


Figura 2.24 – Planimetria dell'insediamento di Habasesti (Romania), cultura Tripolye, da [10 p. 257].

Partendo dal bacino del Danubio, intorno a Belgrado, ed andando verso nord e poi a ovest, si incontrano: Polonia, Renania (Germania nord-occidentale), Olanda, Belgio e Francia orientale, in cui troviamo tracce di una sostanziale uniformità negli insediamenti e una cultura materiale omogenea.

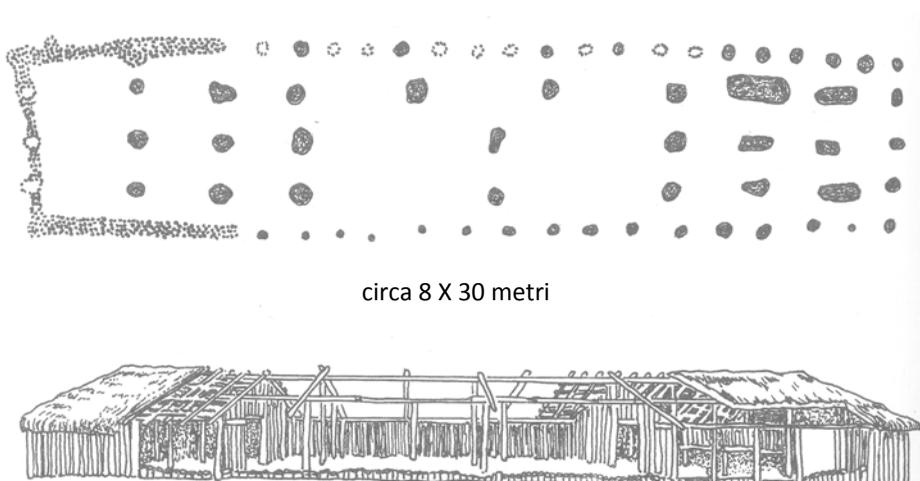
Questi insediamenti indicano un adattamento delle tecniche agricole orientali alle condizioni completamente diverse delle foreste decidue dell'Europa temperata. È significativa a tal proposito la comparsa dell'orzo, un cereale resistente all'umido e al freddo.

L'economia agricola era basata sulla coltivazione del già citato orzo, della scandella<sup>22</sup> e nelle zone più settentrionali del grano emmer<sup>23</sup>, del frumento, dei piselli, dei fagioli (*phaseoleus Vigna*)<sup>24</sup>, delle lenticchie e del lino; le pecore, i bovini e i maiali venivano addomesticati, la caccia ebbe un ruolo del tutto secondario [10]. Si ritiene fosse praticata un'agricoltura itinerante, impiantando le colture intorno ai villaggi e abbandonando la zona, per spostarsi in un'altra, quando il suolo si esauriva. Tale pratica verrebbe a motivare la rapida espansione e la omogeneità culturale di questa vasta area [14].

La ceramica è incisa, ed è presente una industria della selce. Le abitazioni erano massicce e rettangolari, in media di 30 x 8 metri, costituite da un'intelaiatura di tronchi sorretta da grossi pali verticali, sistemati in un foro nel terreno per tre lati e collocati, invece, in un solco infossato sull'ultimo lato. Le pareti erano costituite da un'ossatura di canne a graticcio intonacata con argilla, l'intonaco interno sembra fosse liscio e imbiancato, il tetto era a spiovente e, di norma, dentro la casa non si trovavano focolari (figure 2.25 e 2.26).

Tra le case, sparse negli insediamenti, troviamo diverse fosse poco profonde, talvolta disposte lungo il contorno delle abitazioni; probabilmente vi veniva attinto il fango utilizzato per intonacare le pareti.

Alcuni abitati erano delimitati da palizzate o come a Köln-Lindenthal nella Germania occidentale, da fossati con sezione a V.



circa 8 X 30 metri

Figura 2.25 – Pianta e ricostruzione di una casa dell'insediamento di Limburg (Fiandre), da [14 p. 54].

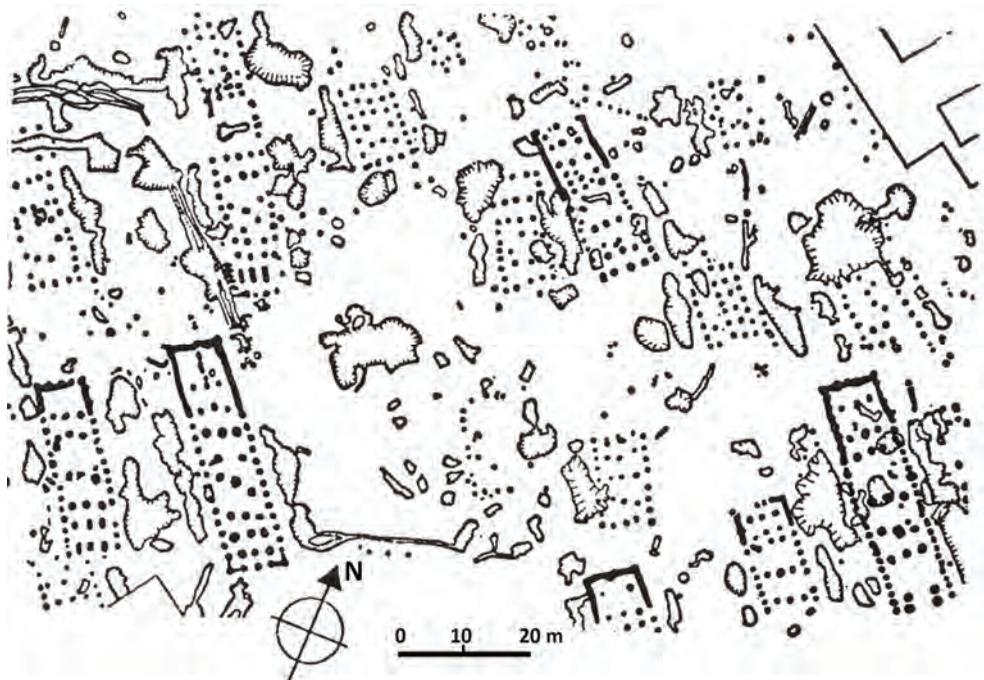


Figura 2.26 – Topografia di parte dell’insediamento di Sittard (Olanda), qui e in siti analoghi l’orientamento delle abitazioni è generalmente NO-SE; da [10 p. 263].

Ammettendo qualche capacità di controllare l’impoverimento del terreno, troviamo certamente, nella massiccia architettura in tronchi di legno degli insediamenti, una conferma che la permanenza in questi villaggi non era semplicemente transitoria.

Sicuramente nel Mediterraneo centrale e occidentale nel 3000 a.C. si era stabilita una serie di insediamenti agricoli con lo sviluppo di una versione occidentale dell’economia contadina, che si sarebbe diffusa con varianti sempre più numerose a nord ed a ovest. Nella Francia nord-occidentale sono noti molti siti circondati da un fossato per esempio Charente a Peu Richard e Les Matignons (2750-2350 a.C.) [10].

Di notevole interesse, soprattutto per le realizzazioni idrauliche, è, secondo alcuni autori, il villaggio di Passo di Corvo nel Tavoliere delle Puglie. L’insediamento, che è riferibile al Neolitico Medio, ha un’area abitativa di circa 40 ettari e un’area attigua di circa 90 ettari utilizzati, probabilmente, per l’attività agricola e per il pascolo (figura 2.27). Nella sua seconda fase, l’insediamento, che può essere datato fra il 4.690 e il 3.650 a.C., ha una struttura architettonica particolare connotata dai fossati a “C”; essi, oltre un centinaio, al loro interno accolgono strutture abitative in cui si è trovata traccia di capanne, pozzi, depositi per cereali, sepolture, vasi in ceramica e statuette femminili fittili. Fossati esterni posti intorno all’abitato sono documentati già nell’VIII millennio a.C. in Palestina e in altri siti neolitici, ma secondo alcuni studiosi questi fossati sono da interpretarsi come opere di drenaggio di acque, senza le quali in quella regione non sarebbe stato possibile lo stanziamento umano e tanto meno la coltivazione dei cereali. I fossati a “C” si presentano come dei canali, profondi fino a 3,5 metri e larghi fino a 3 metri, con un diametro di circa 20 metri [14, 20 pp. 210-212].

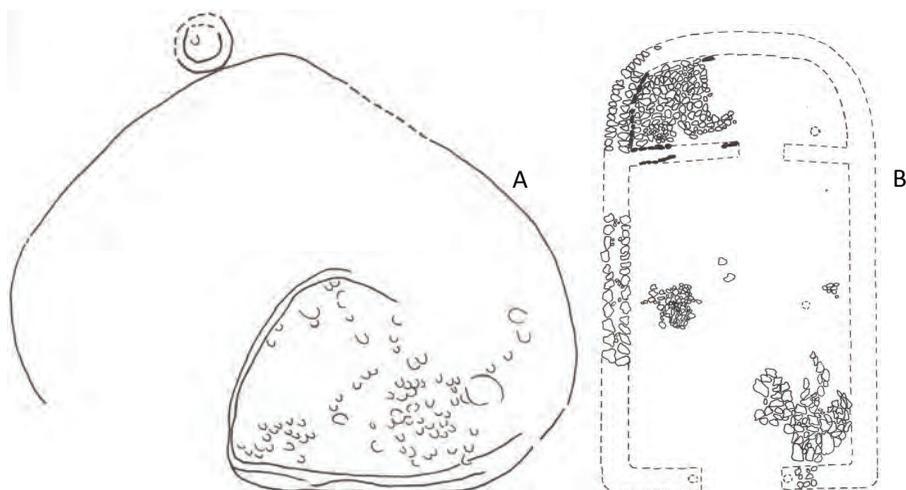


Figura 2.27 – Passo del Corvo (Tavoliere delle Puglie): (A) planimetria del villaggio con i caratteristici fossati a “C”; (B) planimetria della capanna absidata; da [14 p. 191].

In Svizzera gli insediamenti erano ubicati sulle rive fangose dei laghi, fra boscaglie e canneti. Per queste abitazioni occorreva un notevole strato isolante, tronchi e cortecce, sorretto da pali di legno facenti parte della struttura dell’abitazione, che veniva eretta su questa piattaforma, con base probabilmente rettangolare all’incirca 7 x 5 metri. La popolazione coltivava diverse varietà di grano, tra cui il *compactum* (frumento nano), piselli, fagioli (vedi nota 24) e lenticchie; mangiava prugne e mele selvatiche, coltivava il lino<sup>25</sup> per i semi oleosi e per le fibre. Le ossa di animali appartengono per oltre il 70 % ad animali addomesticati (bovini, maiali, cani, pecore e capre). Venivano catturati anche pesci lacustri con reti e con lance. Fiorente era l’industria in selce e in pietra; in molti siti erano presenti archi di legno [10].

Nelle isole Britanniche le prime comunità agricole sono documentate nel meridione. La cultura inglese comprende vasti recinti di terra formanti anelli concentrici che delimitavano fossati discontinui. A Windmill Hill nello Wiltshire i terrapieni sono costruiti su un sito che era già stato occupato e parzialmente coltivato, esso è databile intorno al 2750 a.C. per quanto concerne la costruzione del fossato maggiore. L’economia agricola era basata su bovini, maiali, pecore, capre e cani addomesticati, per quanto riguarda le colture la scandella e il grano emmer prevalevano largamente sull’orzo. Era coltivato anche il lino e venivano raccolte le mele selvatiche, come negli insediamenti lacustri svizzeri. Qui come ad ovest, la cultura materiale comprendeva ceramica di eccellente fattura, veniva utilizzata la pietra per le lame d’ascia e la selce nelle aree delle cave di gesso, che venivano sfruttate in modo intensivo. Durante il III millennio a.C., in Cornovaglia, nel Galles, in Cumbria e nell’Irlanda del nord, venivano sistematicamente sfruttate le cave di pietra per la fabbricazione di lame d’ascia; i prodotti agricoli erano commerciati in tutte le isole britanniche [10].

L’abitazione allungata, tuttavia, persiste in alcune zone, in particolare nelle regioni nord-orientali come la Polonia, dove le abitazioni sono a pianta trapezoidale, misurano fino a 30 metri ed hanno l’intera struttura di pali, per le pareti, inserita in uno scavo, ma per il

resto assomigliano alle abitazioni di tipo danubiano. Alcuni elementi della cultura materiale come le zappe in corno e l'impiego di zanne di cinghiale come ornamenti, suggeriscono una commistione con le tradizioni mesolitiche; sono però evidenti anche i contatti con il Mediterraneo orientale [10].

In Germania, nelle fasi successive alle culture danubiane, notiamo l'abbandono dell'abitazione allungata. Il villaggio lacustre di Aichbühl (Germania sud-occidentale) era formato da 24 case, di 6 x 3,5 metri, a due stanze con un piccolo ambiente sul davanti contenente un forno per l'argilla; la sua popolazione contava circa 120 persone (figura 2.28). Sono noti villaggi di lunga durata anche più vasti formati da 75 abitazioni.

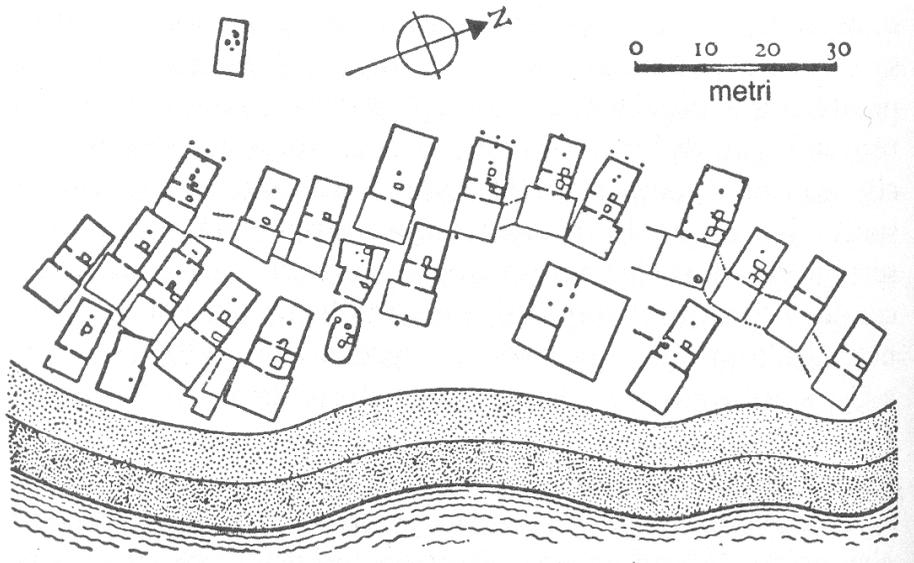


Figura 2.28 – Insedimento del tardo Neolitico di Aichbühl (Germania sud-occidentale): abitazioni di due stanze (6 x 3,5 metri) con davanti un piccolo ambiente con un forno, da [10 p. 278].

Sulla vasta area della pianura nord-europea fino all'Olanda e alla Scandinavia incontriamo una antica economia agricola probabilmente derivata da fonti danubiane e in parte da fonti occidentali, con quattro fasi culturali. Nella prima è presente un'interazione fra l'economia intrusiva agricola e i gruppi indigeni di cacciatori-pescatori sopravvissuti sulla costa, che in questo periodo cominciavano ad acquisire i rudimenti della lavorazione della ceramica. In Danimarca a Barkaer nello Jutland è stato scavato un straordinario insediamento, probabilmente risalente alla terza fase della cultura, formato da due costruzioni parallele di 90 x 60 metri ciascuna, tra le quali corre un viottolo pavimentato largo 3 metri. Entrambi questi edifici erano suddivisi in 26 stanze identiche fra loro, ciascuna larga 3,5 metri e contenente una fornace. Questo insediamento potrebbe aver ospitato 250 persone; la regolarità della planimetria e la coordinazione di tutto l'insieme non hanno uguali in nessuna altra parte del mondo [10].

### 2.3.3 Medio Oriente e Asia sud-occidentale

#### *Medio Oriente*

In Mesopotamia le città e i villaggi, sorsero in prossimità delle valli fluviali e divennero presto notevoli per le solide case, il bel vasellame e i tessuti. Questi sviluppi furono possibili grazie alla prospera agricoltura e all'allevamento.

Nel nord dell'Iraq la cultura Umm Dabaghiyah, collocabile tra la fine del VII e l'inizio del VI millennio a.C., ha un'economia basata soprattutto sulla caccia all'onagro<sup>26</sup>; tra le specie addomesticate predominavano ovini e caprini. Le abitazioni erano costituite da numerosi ambienti di piccole dimensioni; strutture più ampie sono state interpretate come magazzini. Le abitazioni e i magazzini avevano l'ingresso dal tetto e le pareti erano intonacate; nelle prime sono presenti pitture parietali raffiguranti scene di caccia all'onagro. Un buon numero di prove sulla pratica dell'allevamento e sulla coltivazione provengono dal sito di Giarmo o Qualat Jarmo (Iraq), datato 6500 a.C.; si valuta che questo insediamento comprendesse venticinque abitazioni, con una popolazione di 150 persone. Le abitazioni, a pianta rettangolare, avevano più vani, con spazi usati come deposito, con pareti di fango poggiate su fondamenta di pietra, ed erano dotate di un cortile. All'interno sono state rinvenute numerose fosse interpretate come focolari, forni e silos. Gli strumenti litici ritrovati sono in selce o in ossidiana; abbondanti i recipienti di pietra e le statuette in terracotta rappresentanti figure femminili e animali domestici [3, 14, 18].

In Mesopotamia, però, troviamo già tutti gli elementi fondamentali degli insediamenti successivi a Giarmo: un'agricoltura sufficientemente evoluta da permettere l'occupazione prolungata di un sito, la lavorazione della ceramica, villaggi formati da agglomerati di abitazioni a pianta rettangolare.

L'insediamento del tell di Hassuna, per esempio, una cultura più sviluppata di quella di Giarmo, appartiene a nomadi che di permanente costruirono solo i sostegni delle loro tende. Essi conoscevano la ceramica, caratteristica dei livelli successivi di occupazione, quando iniziarono ad erigere case con mattoni di fango. In tali insediamenti cominciano ad apparire i primi contenitori in terracotta per il grano, lame di pietra per le zappe, utilizzate per coltivare i campi di cereali, stuoie di canniccio, proiettili da fionda, in pietra o in argilla. Secondo il carbonio 14 la cultura di Hassuna risale al 5610 a. C. nella fase iniziale ed al 5080 nella fase matura [10].

L'architettura hassuna è ben documentata a Yarim Tepe I: le abitazioni, a pianta rettangolare con più ambienti, sono allineate lungo le strade intervallate da spazi aperti, intorno ai quali sono disposti magazzini, e da cortili con forni per la ceramica [14, 24].

A Tell es-Sawwan l'abitato arcaico (periodo Samarra) fu fortificato con un fossato successivamente sostituito da mura. Le abitazioni erano a più vani. Le mura esterne presentavano un andamento articolato da cui fuoriuscivano piccoli avancorpi. Alla stessa cultura è da riferire l'insediamento di Chogha Mami, dove sono comparse tracce di canali d'irrigazione, il primo esempio conosciuto in Mesopotamia [14].

In Iraq settentrionale e in Siria si sviluppò la cultura di Halaf e quella di Arpachiyah sul fiume Khabor. Per la prima fase della cultura di Halaf l'architettura è ben documentata ad Arpachiyah. A edifici rettangolari, con notevole varietà di strutture del primo periodo, sono sovrapposte costruzioni con pianta circolare e volta ad alveare, da interpretare probabilmente come templi, riferibili alla fase media, paragonabili a quelli della cultura di Khirokitia a Cipro [10, 14]. Mentre sono attestati gli inizi dell'agricoltura, non

abbiamo testimonianze certe sulla domesticazione di animali; le gazzelle continuano ad essere predominanti tra i resti alimentari faunistici. Sono documentati contatti con l'Anatolia attestati dagli strumenti in ossidiana importati da questa regione.

A Tell Abu Hureya in Siria, al margine della piana alluvionale dell'Eufrate, la successione stratigrafica ha evidenziato una prima fase natufiana in cui probabilmente si praticava una primitiva domesticazione delle piante. Dopo una fase di abbandono, nel 7500 a.C., si edificò un vasto insediamento di complessa ed articolata struttura, cui fa seguito, nella prima metà del VI millennio, un abitato neolitico con ceramica, assai meno esteso. L'abitato preceramico ricopriva un'area di circa 12 ettari, in esso dovevano vivere migliaia di individui; le abitazioni sono una accanto all'altra, intervallate da piccoli cortili e stretti vicoli, sono costituite da più vani collegati da aperture, anche a soglia sopraelevata, spesso pavimentati, con intonaco dipinto di nero e talora decorato con motivi schematici in rosso. L'economia era basata sulla coltivazione di cereali e leguminose e sull'allevamento; la caccia e la raccolta tendono ad assumere un ruolo sempre più secondario. Scambi a vasto raggio sono attestati dalla presenza di ossidiana proveniente dalla Turchia, steatite originaria dai Monti Zagros, conchiglie di Cipro<sup>27</sup> derivanti dal Mar Rosso e dal Mediterraneo [14].

In una successiva fase mesopotamica, quella di Ubaid<sup>28</sup>, vediamo per la prima volta la colonizzazione delle regioni paludose del bacino inferiore del Tigri e dell'Eufrate. Nella colonizzazione delle paludi l'uomo fu costretto a inventare complessi sistemi per separare la terra dalle acque, utilizzando il *surplus* per irrigare le aree adiacenti semidesertiche. Sono documentati contatti commerciali con le regioni settentrionali. La cultura di Ubaid viene datata tra il 4015 e il 3450 a.C.; l'architettura in mattoni di fango raggiunse un alto livello tecnologico (forme architettoniche monumentali) e sviluppò nuove tecniche costruttive (impermeabilizzazione dei cannicci con il bitume) [10].

Il gran numero di siti scavati nell'antica Persia e nell'attuale Iran (Sialk, Tepe Giyan, Tepe Hissar, ecc.) sulle pendici dei monti Elburz e nel Fars, permette di tracciare lo sviluppo di queste comunità contadine nella preistoria e di confrontarle con altre come quelle del Turkmenistan, sito di Anau presso Ashkabad, tutte databili intorno al IV millennio a.C. Assistiamo ora ad una fase di progresso e consolidamento tecnologico che esprime, per esempio negli insediamenti del Turkmenistan una cultura uniforme che si estende per circa 800 chilometri a sud-est delle rive del Mar Caspio, si tratta di insediamenti che occupano una area di circa 14 ettari con abitazioni, in mattoni di fango, anche di 18 stanze. In questa fase di splendore delle comunità contadine iraniane e turkmene appaiono innovazioni tecnologiche quali l'uso della ruota e le prime prove di addomesticazione del cammello [10].

Gerico (Cisgiordania), un sito ubicato nei pressi di una copiosa sorgente, fu inizialmente occupato da cacciatori del natufiano inferiore, la cui permanenza, seppur saltuaria, non impedì la costruzione di strutture stabili (forse a funzione rituale), caratterizzate da pavimentazioni in argilla e da incassi sulla pietra per l'inserimento di pali. La datazione può essere riferita all'8840 a.C. A questa prima fase (Gerico I) ne seguirono altre. A Gerico III la comunità, circa 2000 unità, abitava in capanne a pianta ovale o circolare (leggermente affondate nel terreno, con pareti in mattoni di argilla oppure costruite a cannicciata) e viveva sostanzialmente di caccia, ma, la città era già dotata di un sistema difensivo che comprendeva anche una torre circolare dotata di scala interna<sup>29</sup>. Nelle fasi successive (Gerico IV) lo stile architettonico si modifica: si passa dalla capanna ad unica stanza a una abitazione a pianta rettangolare a più stanze disposte intorno ad un cortile, costruite con mattoni di fango

essiccato, con una pavimentazione ben rifinita e pareti rivestite con un intonaco assai resistente talora dipinto di rosso e lucidato. L'economia è sicuramente di tipo agricolo con capre e cani addomesticati e coltivazioni di cereali (frumento, orzo). In una costruzione è stato individuato un tempio. A Gerico V e VI la popolazione, fino a 3000 abitanti, pratica un'agricoltura mista e il commercio, è documentato quello con il Medio Oriente [10, 14, 18, 20].

In Anatolia si sviluppò intorno al 6500-6300 a.C. Çatal Hüyük, un centro importante fino al 5400 a.C., quando, declinò e fu abbandonato (figura 2.29).

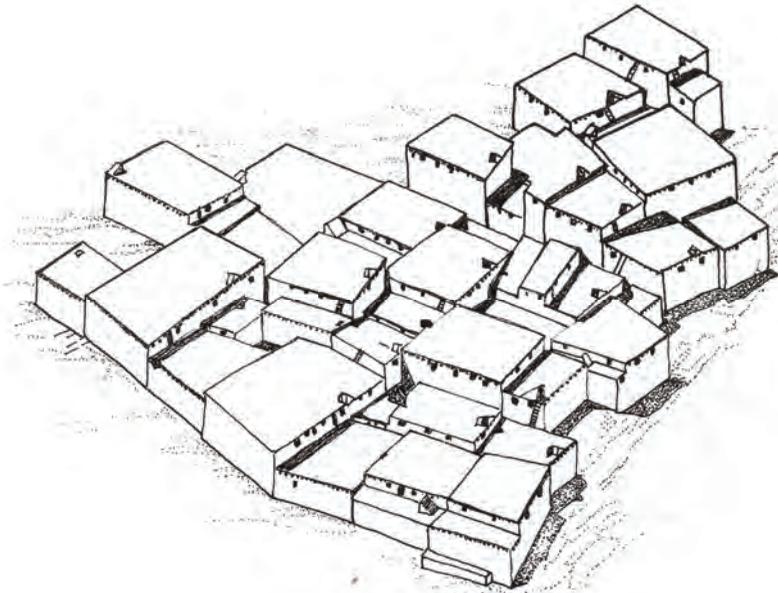


Figura 2.29 – Ricostruzione assonometrica dell'abitato di Çatal Hüyük (VI livello, Anatolia fra il 6500 e il 6300 a.C.), da [14 p.29].

Dell'abitato, che doveva essere molto esteso (circa 32 ettari) è stata esplorata solo una parte. Le case potevano essere un migliaio, con una popolazione che raggiunse i 5.000-6.000 abitanti [7]. Le abitazioni erano disposte in isolati attorno a cortili, avevano pianta rettangolare e erano completamente giustapposte dal momento che l'accesso era possibile solo attraverso aperture praticate nei tetti, erano fatte in mattoni di fango, con pareti intonacate e dipinte. L'illuminazione era ottenuta con strette finestre aperte in alto verso il soffitto. Due strutture, probabilmente edifici pubblici o santuari, hanno dipinti murali giganteschi [3, 10, 14]. Ci troviamo di fronte ad una vera e propria struttura urbana, con caratteristiche architettoniche particolari. Sono segnalati numerosi santuari, con altari, sculture e pitture murali, dove venivano seppelliti i defunti [18]. La diversità del corredo delle tombe, in alcune delle quali molto ricco, attesterebbe l'emergere di qualche differenziazione dal punto di vista sociale. L'economia era basata sull'agricoltura (frumento e veccia amara<sup>30</sup>) e sull'allevamento, integrate da attività di caccia e pesca. La lavorazione della ceramica aveva raggiunto elevati livelli qualitativi, esisteva una ricca industria basata principalmente sull'uso della pietra, dell'ossidiana, della selce e dell'osso. Il rame e il piombo erano fusi per ottenere piccoli utensili [10, 14, 20].

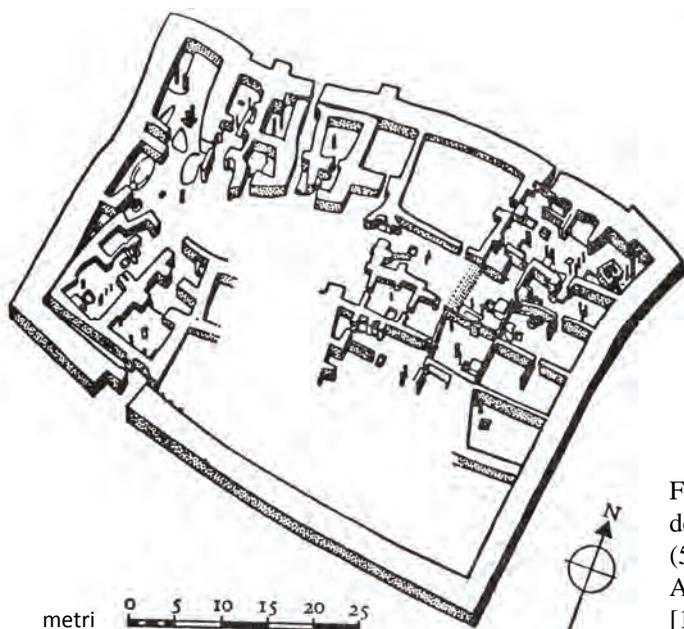


Figura 2.30 – Planimetria della fortezza di Hacilar II (5.317 a.C., Turchia-Anatolia), elaborazione da [10 p. 220].

Hacilar nella sua fase neolitica (Turchia-Anatolia) fu distrutta da un incendio nel 5693 a.C. L'insediamento di livello II, trasformato in fortezza intorno alla seconda metà del VI millennio (5317 a.C.), è di forma rettangolare (60 x 36 metri), circondato da mura, l'architettura in mattoni di fango comprende: abitazioni a pianta rettangolare (formate da un'anticamera, probabilmente con entrata sul tetto, e una sala con focolare) con pavimenti intonacati, cortili con silos, focolari e forni, un edificio complesso che si ritiene essere un santuario, tre officine per la lavorazione della ceramica, un forno per il pane e uno per la creta (figura 2.30).

La struttura difensiva era composta da mattoni in fango, su fondamenta in pietra, con costruzioni in legno ai piani superiori. È attestata l'agricoltura con orzo e lenticchie, ma non sono state rilevate tracce di allevamento; l'industria litica è costituita da manufatti di selce e di ossidiana.

Mersin (in Cilicia) aveva una struttura molto simile. Il suo primo insediamento, datato intorno al 6700 a.C., aveva abitazioni su fondamenta in pietra, una bella industria di ossidiana e vi si trovano tracce di ceramica semplice. Siamo in una fase della preistoria anatolica caratterizzata da una crescente importanza della lavorazione del rame, a ciò si accompagna una grande complessità nell'organizzazione degli insediamenti e in molti casi nella costruzione di siti fortificati; Hacilar e Mersin ci permettono di seguire questo sviluppo dal VI millennio a.C. (figura 2.31).

Anche in altre parti dell'Anatolia abbiamo uno sviluppo tecnologico simile a quello documentato a Mersin e Hacilar; a Dundartepe, sulla costa del Mar Nero, in un'area di foreste e di frequenti precipitazioni, troviamo variazioni nella tecnica di costruzione e la sostituzione dei mattoni di fango (utilizzati nelle regioni con estati torride e inverni asciutti) con legno e argilla per le pareti delle abitazioni, ancora a pianta rettangolare. Questa variazione fu acquisita dall'Anatolia nelle aree europee dal clima meno favorevole [10, 28].

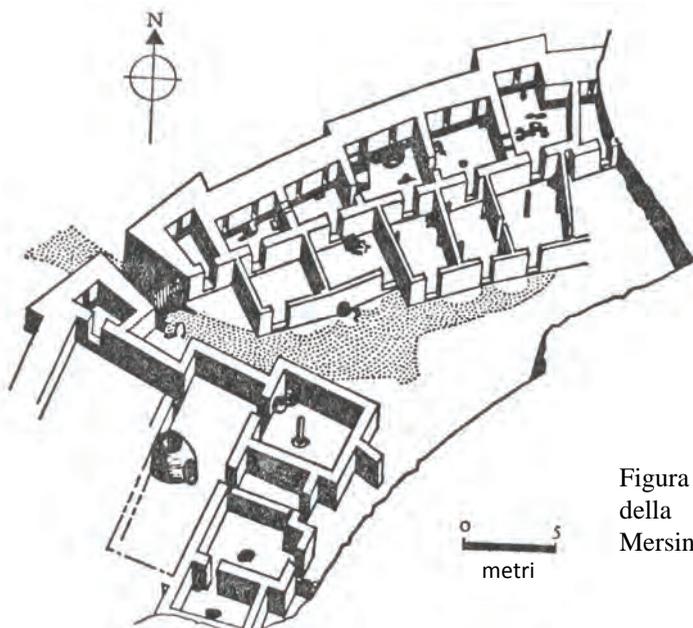


Figura 2.31 – Sistema di difesa della fortezza calcolitica di Mersin (6.700 a.C.), [10 p. 218].

#### *Asia sud-occidentale*

Nelle valli del Baluchistan (Asia occidentale-Pakistan) e sulle pendici orientali rivolte alle pianure dell'Indo si sviluppò una cultura agricola povera e caratterizzata da una grande varietà di stili nella ceramica dipinta, ritrovata nelle vicinanze di Quetta (Pakistan), datata intorno al 3300 a.C. Non possiamo determinare cosa e quanto essa abbia assorbito dalle culture confinanti e quanto autonomamente si siano sviluppate l'agricoltura e l'addomesticazione, l'ipotesi di una diffusione irano-turkmena che propagò la sua semplice economia agricola, sembra, tuttavia, molto probabile.

Gli insediamenti successivi costituiti da case di fango, o con pareti in mattoni di fango, su fondamenta di pietra sembrano rappresentare la norma, e le statuette di argilla di figure femminili e di animali domestici sono diffuse in tutte le aree. Per quanto riguarda la datazione dei siti possono sorgere delle difficoltà, ma gli studiosi propendono per una collocazione non anteriore al IV millennio a.C.

Le connessioni fra villaggi e piccole città con gli albori della civiltà dell'Indo sono incerte e dibattute; infatti, di questa civiltà è conosciuta principalmente la fase più matura.

In altre parti del sub-continente indiano, al di là della civiltà dell'Indo, nella regione di Andhra (sud-est indiano) è stata documentata una comunità datata intorno al 2100 a.C. che utilizzava microliti e asce di pietra, addomesticava capre e bovini. Più o meno allo stesso periodo risalgono i primi insediamenti di Navdatoli, sul fiume Nerbada, un centinaio di chilometri a sud di Indore. Gli abitanti facevano uso di pietra, ma disponevano anche di oggetti in rame, forse acquisiti attraverso il commercio. La loro economia era basata sull'allevamento di capre, bovini e maiali; inizialmente coltivavano: cereali, ai quali in seguito fu aggiunto il riso, piselli, fagioli (vedi nota 24), lenticchie e altri semi commestibili. Il villaggio, di pianta rettangolare o circolare, comprendeva circa 200 abitanti

distribuiti in 50-75 abitazioni aventi una struttura in bambù tenuta insieme da argilla e sterco bovino. Era praticata la lavorazione della ceramica.

Il carattere essenzialmente locale della preistoria indiana, sempre più marcato nel corso dello sviluppo, emerge, tuttavia, sin dal principio [10].

### **2.3.4 Eurasia settentrionale e Cina**

#### *Eurasia*

Nell'Età neolitica le condizioni ambientali imposero una forte limitazione all'espansione verso nord dell'economia agricola e quindi nel modo di vivere che sostanzialmente basava la sua sussistenza su caccia, pesca, uccellazione e raccolta. Nei territori intermedi si praticava un'economia mista, per esempio nel sud ovest della Norvegia, durante la stagione della pesca, gli agricoltori interrompevano l'attività agricola per poter arricchire col pesce le risorse alimentari; in questi periodi grotte e rifugi rupestri diventavano le loro dimore.

Una particolare caratteristica della cultura circumpolare riguarda l'estensione del commercio di materie prime come ardesia (verde e rossa), ambra<sup>31</sup> e selce; in ciò erano facilitate dalla possibilità del trasporto sulla neve. Per quanto riguarda gli insediamenti abbiamo segni di frequenti spostamenti stagionali collegati alla caccia, alla pesca e così via. In questi casi venivano utilizzate le grotte e i ripari rupestri, ove disponibili; ma numerosi insediamenti all'aperto, con le sole tracce di fuochi, sembrano avvalorare l'ipotesi dell'uso di tende.

Dimore artificiali più resistenti e destinate ad una permanenza più duratura, venivano edificate sulle coste settentrionali della Norvegia e nell'interno della Russia. Nel primo caso i villaggi erano piuttosto grandi, le abitazioni erano semisotterranee, di pianta oblunga, con spesse mura di pietre rivestite di terra e con tetti di torba su una struttura di legno sostenuta da una doppia fila di pali verticali. In estate la popolazione si divideva in piccoli gruppi per cacciare e pescare nell'interno della regione. Fiumi e laghi attiravano i colonizzatori della taiga russa e i boschi fornivano il principale materiale da costruzione. In Russia gli insediamenti erano situati generalmente sulle rive dei fiumi o su penisole protese nei laghi [10].

In molte zone dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale questi popoli, pur vivendo alla periferia di culture agricole di lunga data, conservarono per secoli le loro tradizioni sostanzialmente mesolitiche e solo in tempi più recenti, e in modo sporadico, si verificò un cambiamento economico.

Nella regione pontica si può individuare una cultura che aveva insediamenti e tombe (II millennio a.C.), le case di forma rettangolare (circa 8 x 4 metri) erano costruite con fango su fondamenta di pietra. Le coltivazioni principali erano l'orzo e il miglio, e fra gli animali domestici vi era anche il cavallo. A nord della regione di questa cultura, su un vasto territorio tra il Volga e lo Yenisey, ci sono tracce di una tradizione culturale omogenea, iniziata alla metà del II millennio a.C. e testimoniata principalmente dalle tombe. Sono stati identificati anche i relativi insediamenti: gruppi di non più di 10 case rettangolari, parzialmente affondate nel terreno, di dimensioni comprese tra circa 18 x 9 metri e 9 x 6 metri con le pareti di travi di legno o di assi a formare una costruzione a forma di capanna. Questi popoli coltivavano il grano e il miglio, allevavano il cavallo, la pecora, il maiale e conoscevano il cammello.

## Cina

Per quanto riguarda la Cina occorre segnalare la quasi totale mancanza di cronologia affidabile per il periodo anteriore alla dinastia Shang e alla fondazione storica di Anyang nel 1384 a.C.

Le due fasi culturali principali quelle di Yang Shao e di Lung Shan, anteriori al periodo Shang, precedono la metà del II millennio a.C.

La cultura Yang Shao, collocata nel IV millennio a.C., si diffuse intorno al fiume Giallo nelle regioni di Honan, Shansi e Shensi; in essa si evidenzia un'economia agricola già evoluta, con insediamenti in villaggi di circa una dozzina di case e, a volte come a Pan-p-t'sun nello Shensi, con un edificio per le riunioni di circa 21 x 12 metri. Venivano addomesticati maiali, pecore, capre e cani; i raccolti comprendevano miglio, sorgo e riso. Erano utilizzati strumenti di pietra e veniva prodotta ceramica di alta qualità. Inoltre, ci sono testimonianze sull'allevamento di bachi da seta e sul probabile impiego di fibre di canapa. I bambini venivano sepolti in vasi all'interno delle abitazioni, mentre gli adulti erano inumati all'esterno.

La cultura Lung Shan, si diffuse in parte nella stessa area della precedente cultura, ma anche nel corso inferiore del fiume Giallo e nelle regioni di Hopei e di Shantung; anch'essa usava strumenti di pietra e produceva una raffinata ceramica. I luoghi degli insediamenti, con case circolari affondate nel terreno e pozzi di immagazzinamento, erano, a volte, difesi da mura di pietre e terra compressa: a Ch'eng-tzu-yai, ad esempio, le mura comprendevano un'area rettangolare di quasi 500 x 400 metri. Si coltivava il miglio, il grano e il riso, oltre agli animali da cortile probabilmente avevano i cavalli domestici [10].

### 2.3.5 Americhe

Nel continente americano l'adozione di un'agricoltura cerealicola, da parte di tribù che da sempre dipendevano dalla caccia e dalla raccolta, non implicò un totale abbandono del precedente stile di vita, ma favorì lo sviluppo di economie miste in cui la caccia continuò ad avere un ruolo importante. L'assenza di specie selvatiche adatte all'addomesticamento incise profondamente sullo sviluppo globale delle culture preistoriche americane, dalle Ande al New Messico. Le prove delle prime coltivazioni di cereali provengono da un'area relativamente ristretta dell'America centrale; in essa un concorso di fattori botanici e climatici favorì la comparsa dell'antenato del granturco o mais<sup>32</sup> e del tripsaco<sup>33</sup>.

L'economia di sussistenza di queste popolazioni, basata sulla caccia e sulla raccolta, è documentata dai resti rinvenuti nella Bat Cave, in New Messico, che colloca la coltivazione del mais in America centrale intorno alla metà del III millennio a.C.; la sequenza messicana rivela, a fronte di una diminuzione della caccia, un aumento graduale delle risorse alimentari dovuto alla coltivazione di piante; sussistono ancora abitazioni dalle mura di adobe<sup>34</sup> e la formazione di insediamenti parzialmente o del tutto permanenti.

Intorno al 1500 a.C. entriamo nella cosiddetta fase maya preclassica, che presenta un'agricoltura basata sulla disinfezione del suolo con il fuoco e da sistemi di lavorazione della terra per mezzo di bastoni o zappe, con predominanza di coltivazioni di mais, fagioli (*Phaseolus vulgaris*)<sup>35</sup>, melopoponi<sup>36</sup>, peperoni e altri vegetali. Ancora questa economia non conosceva la metallurgia e non addomesticava gli animali, ma sviluppò un sistema sociale di villaggi agricoli, concentrati o sparsi, e di centri cerimoniali, come quello di Cuicuilco (Messico), con tumuli a piattaforma, templi e altre strutture rituali che nel periodo maya classico assumono i caratteri di straordinaria architettura monumentale in pietra.

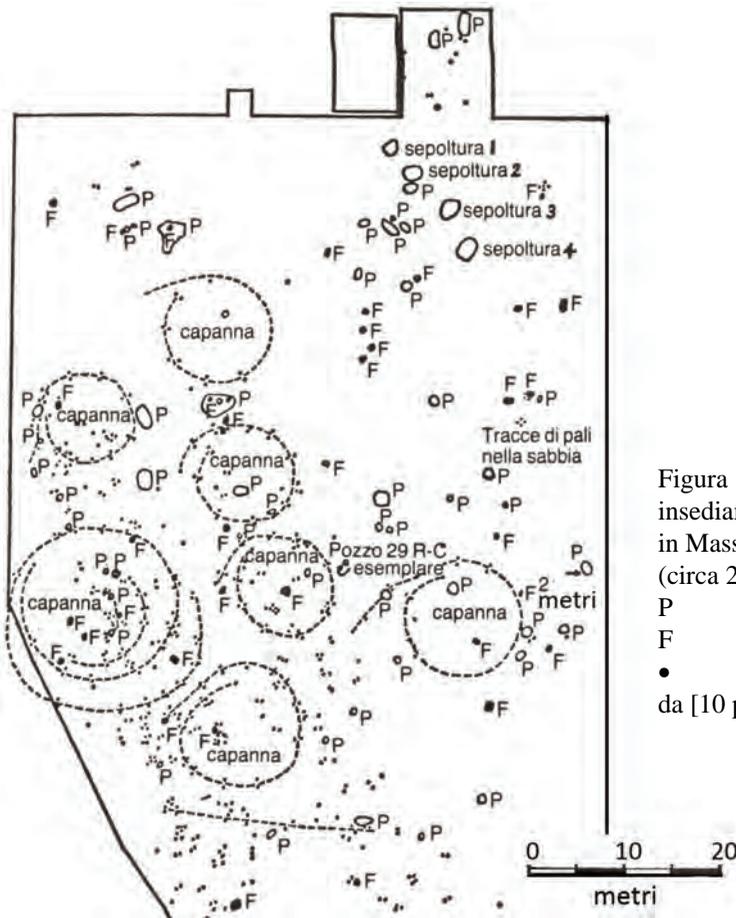


Figura 2.32 – Pianta di un insediamento indiano arcaico in Massachussets. (circa 2.300 a.C)  
 P pozzo  
 F focolare  
 • traccia di palo  
 da [10 p.186].

Questa cultura preistorica non è però l'unica; sulle Ande centrali troviamo altri esempi significativi, come nella valle del Chicama (Perù), dove nel III millennio a.C. si coltivavano fagioli e melopoconi, nel 1400-1200 a.C. insieme alla lavorazione della ceramica fa la sua comparsa il mais e a partire dal 500 a.C. ci troviamo di fronte a un'agricoltura progredita, a villaggi costruiti con adobe e a centri cerimoniali.

Sugli altipiani meridionali, il sito di Tiahuanaco (vicino al lago Titicaca) è un altro esempio dello stesso periodo, con abitazioni in mattoni di fango e un'estensione di circa 6,5 chilometri quadrati. Tutti centri di una cultura destinata ad essere sostituita da quella Inca [23].

Alcune culture prive completamente di agricoltura erano stanziate nella Terra del Fuoco, gruppi Yaghan, e la loro economia era basata principalmente sulla pesca.

Nell'America del Nord alcuni centri degni di nota sono un insediamento e un luogo di sepoltura arcaici rinvenuti nel Massachussets datati intorno al 2300 a.C. (figura 2.32).

Durante il I millennio a.C. un certo numero di culture indiane nordamericane, con economia basata su caccia e raccolta, ma forse anche sulla coltivazione di melopoconi e zucche, importarono la coltivazione del mais dall'America centrale.

La cultura Hopewell (I millennio a.C.), localizzata nell'odierno Ohio e nella valle dell'Illinois, rivela uno straordinario sviluppo autonomo. L'agricoltura probabilmente non aveva grande importanza o forse non esisteva e l'economia era basata sostanzialmente sulla caccia e sulla raccolta [15]. Non possediamo grandi informazioni sui loro centri abitati mentre abbiamo un gran numero di informazioni sui loro luoghi di culto. Un esempio ci può essere fornito dal complesso di Newark (Ohio) che comprende recinti circolari del diametro di 30 metri, costruzioni poligonali e strade interne arginate (figura 2.33).

Altre culture prive completamente di agricoltura erano stanziate nella costa nord-occidentale, eschimesi, la loro economia era basata principalmente sulla pesca.

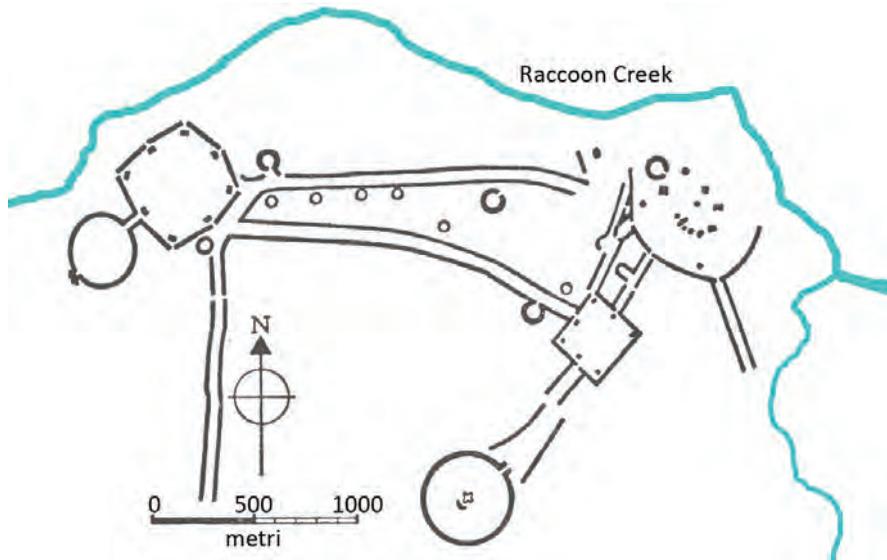


Figura 2.33 – Insediamento indiano di Newark Ohio, cultura Hopewell nei pressi del torrente Raccoon, elaborazione da [10 p.189].

## 2.4 Ambiente e addomesticamento

Ci sembra utile concludere il capitolo, dove si è parlato di addomesticamento di piante e animali con un richiamo all'importanza della radiazione solare che determina meteorologia e climatologia degli ambienti naturali.

Il rapporto fra “viventi” e “ambiente” può essere schematizzato come segue (vedi paragrafo 5 Seconda Parte):

- Le piante a fronte di cambiamenti riescono a mettere in atto alcune blande strategie di difesa: tropismi di foglie e fusti, chiusure degli stomi, abscissione delle foglie, ecc; in generale però subiscono l'ambiente e se le condizioni mutano, fino a non essere più compatibili con le loro azioni difensive, soccombono.
- Gli animali, uomo primitivo incluso, hanno strategie di difesa contro i cambiamenti ambientali più efficaci: tane, muta del pelo, letargo, riserve alimentari, ecc; ma ciò che più di tutto li distingue dalle piante è la mobilità che consente loro, se le condizioni

mutano troppo, di cambiare luogo di soggiorno: dai piccoli spostamenti per proteggersi dal soleggiamento eccessivo o dalla pioggia, fino alle grandi migrazioni.

- L'uomo moderno, ovvero l'uomo stanziale, si distingue da quello primitivo, nei confronti dell'ambiente, poiché è in grado, a fronte di condizioni disagiate, di modificare l'ambiente stesso: abitazioni, climatizzazioni, strade, dighe, ecc.

In sintesi: le piante subiscono l'ambiente e il clima, gli animali, e con essi l'uomo primitivo, ne cercano di più confortevoli, gli uomini moderni modificano ambiente e clima per adeguarli alle loro esigenze.

Ecco allora che l'uomo ha potuto, come supplemento alla raccolta e alla caccia, addomesticare le specie vegetali e animali che erano "spontaneamente" presenti nei siti che egli, di volta in volta, colonizzava. In questo suo migrare, l'uomo ha trovato condizioni di irraggiamento solare diverse che, di volta in volta, lo hanno portato in ambienti geografici diversi a contatto con nuove specie animali e vegetali conseguenza, fra le altre cose, del diverso soleggiamento. L'uomo incontra così il miglio nel nord della Cina, il riso nel sud, i maiali in tutto il territorio, i bufali nel sud. Numerosi tipi di grano, l'orzo, i bovini, le capre, le pecore nella cosiddetta Mezzaluna fertile (regione che include Israele, Libano, Siria, Iraq e la parte più occidentale dell'Iran); in Messico scopre il mais, le zucche e i fagioli. Gli sviluppi che seguirono furono quasi contemporanei in Cina, America e Medio Oriente, nonostante l'enorme distanza fra queste regioni (figura 2.34) [8].

In tutto ciò il Sole è ancora il protagonista; è infatti la radiazione solare che determina, in relazione a latitudine, idrografia, orografia di un sito, le condizioni di durata del dì, di temperatura, di umidità, di ventosità, di piovosità. Questi ultimi parametri condizionano a loro volta specie vegetali e animali compatibili con le condizioni del sito. Ciò non significa che in una data località non sia possibile la crescita e lo sviluppo di piante e animali non autoctoni, significa semplicemente che l'evoluzione naturale non ha portato alla loro selezione "né per caso né per necessità"<sup>37</sup>.

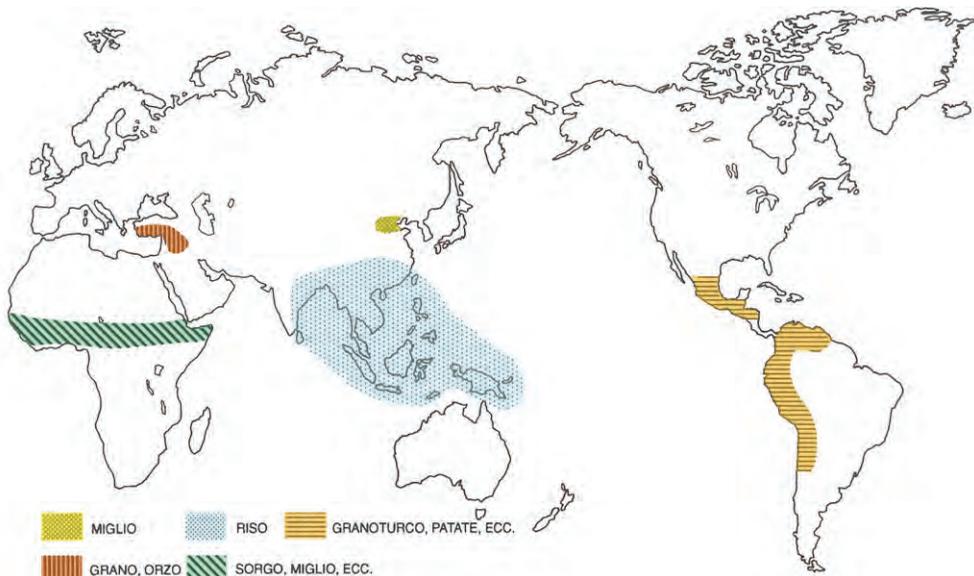


Figura 2.34 – Carta delle aree di origine dell'agricoltura nel mondo; da [8 p. 151].

Come esempio, a prova di quanto affermato, ricordiamo il successo che hanno avuto piante quali la patata<sup>38</sup>, il pomodoro<sup>39</sup>, il fagiolo, il mais, ecc. che importate in Europa e altrove nel Mondo, dopo la scoperta dell'America, hanno, in molti casi, risolto crisi di carestie di altri prodotti agricoli. Ovviamente esistono casi di importazioni assai meno felici: la vite americana ha portato con sé in Europa anche la fillossera<sup>40</sup>, fitofago nocivo per detta vite e disastroso per le viti europee.

Alla fine del secolo scorso, sempre tramite l'importazione di piante, si sono diffusi nel mondo due insetti particolarmente dannosi la metcalfa<sup>41</sup> e il punteruolo delle palme<sup>42</sup>. Molti altri esempi di specie vegetali "infelicitemente" trapiantati potrebbero essere fatti.

Analogamente nell'allevamento animale si sono avuti casi utili e casi dannosi. Il tacchino<sup>43</sup>, arriva in Europa dall'America nel XVI secolo, è un esempio di immigrazione utile. L'invio dall'Europa di conigli<sup>44</sup> in Australia (1856) è stato estremamente dannoso. Il mite animale ha trovato un ambiente così adatto che si è riprodotto a dismisura distruggendo i campi coltivati che colonizzava. I rimedi proposti per il suo contenimento furono peggiori del male.

Tutto ciò mostra che non sempre l'ambiente originario è il più idoneo per lo sviluppo e la crescita di una specie. L'uomo primitivo questo lo aveva ben capito e fece di tutto per trovare ambienti migliori per la propria specie.

## 2.5 Note

---

<sup>1</sup> Savana: vegetazione caratteristica di certe zone tropicali aride dell'Africa, delle Americhe e dell'Australia, costituita prevalentemente da graminacee più o meno alte e, in misura minore, da alberi bassi caducifolia. Analoga, ma caratteristica delle regioni semi-aride continentali, è la steppa formazione vegetale costituita da erbe, suffrutici e arbusti. Steppe tipiche sono quelle russe, la puszta ungherese e la pampa argentina.

<sup>2</sup> Ocra rossa: varietà terrosa di ematite, minerale da cui si estrae il ferro.

<sup>3</sup> Le manifestazioni artistiche dell'*Homo sapiens sapiens* sono documentate sia da oggetti mobili di vastissima diffusione (ciottoli, placchette in pietra incise, strumenti in osso o avorio decorati con figure scolpite o incise, sculture) che costituiscono la cosiddetta arte mobiliare, sia da figure incise, scolpite o dipinte sulle pareti o sulla volta delle grotte per le quali è usata la denominazione di arte rupestre o arte parietale.

<sup>4</sup> Ammotrago: nome comune del bovide *Ammotragus lervia*, noto anche come pecora crinita, diffuso nelle regioni montuose dell'Africa nord occidentale e del Sahara, fino al Sudan fin dal Pleistocene. Ha una lunghezza di 130-190 cm, e altezza al garrese di circa 1 metro. Il mantello è folto, lanoso, bruno rossiccio. Sul collo e sulle zampe anteriori è presente una folta criniera. Le corna, presenti anche nelle femmine, sono grandi e robuste, divergenti e arcuate in basso e all'indietro, e hanno sezione triangolare. Gli ammotraghi vivono in piccoli gruppi, e sono perfettamente adattati agli ambienti aridi e rocciosi, tanto che possono sopravvivere in totale assenza di acqua, essendo capaci di sfruttare la rugiada notturna e l'acqua contenuta nelle foglie delle piante di cui si nutrono. Nei periodi di estrema siccità, comunque, molti animali non sopravvivono.

<sup>5</sup> Il ponte di terra dello stretto di Bering, anche detto Beringia, era un istmo largo al massimo 1600 km, che ha collegato per vari periodi l'Alaska e la Siberia durante le ere glaciali del Pleistocene.

---

La Beringia non era ricoperta di ghiaccio grazie ai venti tiepidi provenienti dall'Oceano Pacifico che ne mitigavano la temperatura. Il Mare dei Chukci, lo Stretto di Bering e la parte settentrionale del Mare di Bering sono tutte zone poco profonde che durante le ere glaciali uscirono allo scoperto.

Altri istmi si formarono durante le ere glaciali, in tutto il mondo: circa 14.000 anni fa, ad esempio, l'Australia, la Tasmania e la Nuova Guinea formavano un unico continente, mentre le Isole Britanniche erano unite al resto d'Europa. Anche il Mar Cinese Meridionale scomparve, unendo l'Asia alle isole di Sumatra, Giava e Borneo.

La Beringia ha avuto un ruolo importante nella storia: ha permesso, ad esempio, l'arrivo dell'uomo in America, stimato a circa 15.500 anni fa. Anche altre specie utilizzarono questa zona per passare dall'Asia all'America (leoni, ghepardi) e viceversa (cammelli).

L'innalzamento ed abbassamento del livello del mare hanno determinato vari periodi di unione e separazione dell'America con l'Asia. La Beringia sembra essere esistita in entrambe le glaciazioni del 35.000 a.C. e nel periodo fra i 22.000 e i 7.000 anni fa. Il ritrovamento di fossili di dinosauri molto simili nei due continenti (Troodon, Saurolophus, Tyrannosaurus, Leptoceratops) suggerisce l'esistenza della Beringia anche in periodi molto più antichi.

<sup>6</sup> Ciò era reso possibile dal fatto che in natura si può trovare il rame (rame nativo), sia pure in forma non molto pura, non legato ad altri elementi in forma di minerale.

<sup>7</sup> Una conseguenza inevitabile di queste diverse strutture urbane è stata il diverso rapporto sociale fra gli abitanti: aperto, solare, gioviale, talvolta al limite dell'invadente, nel caso di abitazioni ravvicinate; ritroso, schivo, discreto, al limite dell'indifferente, nel caso di abitazioni più distanziate.

È con l'avvento dei sistemi di climatizzazione artificiale delle abitazioni che il Sole ha perso, a tale riguardo, importanza e ciò si è riverberato ovviamente sulla struttura sia delle abitazioni sia dei centri urbani, creando abitati, simili a tutte le latitudini, un po' anonimi e privi di carattere che, rispetto ai centri storici (prima del loro "cambiamento di destinazione") poco o nulla dicono sul modo di essere dei loro abitanti.

<sup>8</sup> Seconda una teoria [22], un improvviso cambiamento climatico (XI-IX millennio a.C.) provocò la nascita dell'agricoltura: per un periodo di circa un millennio vi fu un abbassamento delle temperature che comportò, in certe zone, una improvvisa siccità legata alla conseguente riduzione delle masse d'acqua coinvolte nel ciclo idrologico (vedi paragrafo 4 Seconda Parte). Non potendo naturalmente competere con le erbe xerofile delle inaridite savane, i cereali selvatici, su cui si basava la dieta di popolazioni sedentarie e numerose, furono messi in pericolo. L'uomo, ripulendo manualmente dalle erbe la savana e spargendo semi di cereali trovati altrove, iniziò la pratica dell'agricoltura.

<sup>9</sup> La cultura natufiana o natufita fu una cultura mesolitica diffusa sulle coste orientali del Mar Mediterraneo nella regione del Levante [25]. Prende il nome dal sito dello Uadi el-Natuf (caverna di Shukbah) in Israele. È caratterizzata dalla creazione di insediamenti stabili prima dell'introduzione dell'agricoltura e fu probabilmente l'antenata delle culture neolitiche della regione, che sono ritenute le più antiche del mondo. Alcuni elementi permettono forse di riconoscere il primo caso di coltivazione deliberata di cereali e certamente faceva uso di cereali selvatici. La cultura natufita fu anche una delle prime ad addomesticare il cane: lo stretto legame con questo animale è evidente in una tomba del sito di Ain Mallaha, nella parte settentrionale di Israele, datata intorno a 12.000 anni fa, in cui un uomo anziano accarezza un giovane cane con la sinistra [12]. Un'altra sepoltura con cane è stata rinvenuta nel sito di Hayonim Terrace [12].

---

<sup>10</sup> Sorgo, pianta delle graminacee con fusto eretto e con foglie alterne, fiori in spighe, frutti a cariosside, di vario colore, forma e grandezza.

<sup>11</sup> *Pennisetum* pianta erbacea perenne, nativa del Nord Africa, a portamento cespitoso, alta fino a 1,20 m. Le spighe sono rosa scuro e gradatamente schiariscono con la maturazione, creando così una varietà di sfumature di colore sulla stessa pianta. Oggi è poco utilizzata perfino come foraggera.

<sup>12</sup> Eleusine, pianta con infiorescenze per lo più digitate, comprendente una decina di specie originarie delle regioni tropicali e subtropicali, di cui due si sono naturalizzate in Italia. La specie più importante è Eleusine indica, detta miglio indiano, che nella varietà coracana è molto coltivata in India e in Africa. Pianta poco esigente e di sviluppo precoce, è un cereale di grande importanza per l'alimentazione umana e per la fabbricazione di una sorta di birra e di acquavite.

<sup>13</sup> Tef o teff (*Eragrostis tef*) pianta erbacea annuale. È un cereale proprio dell'Etiopia e dell'Eritrea, dove viene coltivato e utilizzato nell'alimentazione umana. Il teff particolarmente adatto alla vita seminomade. Si ritiene che la coltivazione del teff sia originata in Etiopia tra il 4000 a.C. e il 1000 a.C. Gli studi genetici indicano come più probabile antenato selvatico *Eragrostis pilosa*. Nell'Ottocento furono dichiarati come rinvenuti semi di teff in un sito archeologico egiziano, ma oggi questa identificazione risulta come "non adeguatamente documentata" e quindi da non considerare.

<sup>14</sup> Sesamo (*Sesamum indicum*) pianta annuale che raggiunge i 50 – 100 cm di altezza con foglie lanceolate anche molto lunghe. I fiori sono bianchi e tubolari lunghi dai 3 ai 5 cm. I semi, utilizzati nell'alimentazione umana, sono piccoli e bianchi. La zona d'origine della pianta è sconosciuta ma numerose specie selvatiche sono di stanza in Africa e alcune altre in India.

<sup>15</sup> Miglio, pianta annua (*Panicum miliaceum*) appartenente al gruppo dei cereali, coltivata fin dai tempi remoti in tutti i paesi caldi, con fusti robusti, alti anche più di un metro, foglie lineari-lanceolate, con guaine irte di peli molli, pannocchia grande, solitamente espansa a rami più o meno pendenti, cariossidi globose, lucide, di colore bianco, giallo, rosso o bruno-nero.

<sup>16</sup> *Bos taurus primigenius* o uro è un grande bovino estinto, diffuso originariamente in Europa; esistevano tre sottospecie: il *Bos primigenius namadicus*, che viveva in India, il *Bos primigenius mauretanicus* del Nordafrica e il *Bos primigenius primigenius* dell'Europa e del Medio Oriente. Solo la sottospecie europea è sopravvissuta fino a tempi recenti. Tutte e tre sono state addomesticate.

Alcuni aspetti dell'uro si riscontrano raramente nei bovini moderni, come le corna, a forma di lira, ricurve in avanti, una striscia pallida lungo la spina dorsale e un dimorfismo sessuale nei colori del mantello. I maschi erano neri con una striscia color grigio più chiaro o marroncina lungo la spina dorsale, mentre le femmine e i vitelli erano rossastri.

I bovini moderni sono divenuti molto più piccoli dei loro antenati selvatici: l'altezza al garrese di una vacca domestica di taglia media è di circa 150 cm, mentre l'uro raggiungeva mediamente i 175 cm di altezza.

L'addomesticamento dell'uro ebbe inizio nel Caucaso meridionale e nella Mesopotamia settentrionale a partire dal VI millennio a.C., mentre gli aspetti genetici suggeriscono che gli uri vennero addomesticati indipendentemente in Africa settentrionale e in India. L'addomesticamento causò cambiamenti importanti nella fisiologia di queste creature, tanto che i bovini domestici sono stati considerati in passato come specie separata.

L'areale originario dell'uro si estendeva dalle isole britanniche fino all'Africa, al Medio

---

Oriente, all'India e all'Asia centrale. A partire dal XIII secolo d.C., l'areale dell'uro si restrinse alla Polonia, alla Lituania, alla Moldavia, alla Transilvania e alla Prussia orientale. L'ultimo uro visto vivo, una femmina, morì nel 1627 nella foresta di Jaktorów, in Polonia.

<sup>17</sup> Nell'Alto Egitto intorno alla metà del V millennio si sviluppò la cultura tasiiana (dal sito di Deir Tasa), nell'ambito della quale si ebbe il passaggio al calcolitico (contemporanea cultura badariana, dal sito di El-Badari), ma che non sembra aver utilizzato insediamenti stabili.

<sup>18</sup> Il moderno termine archeologico elladico serve ad identificare una sequenza di periodi che caratterizzano la cultura della Grecia antica continentale durante l'età del bronzo.

<sup>19</sup> In archeologia la parola tell viene usata comunemente come un termine generico, specialmente nell'archeologia del Medio Oriente. A volte però esso viene usato come toponimo, cioè come parte del nome di una città o di un villaggio: l'esempio più noto di questo uso del termine tell è la città di Tel Aviv (che in ebraico significa "collina della primavera"), anche se la città israeliana non si trova su di una collina.

Tell o tall, parola araba ed ebraica, che significa "collina", è una tipologia di sito archeologico, risultata dall'accumulo e della seguente erosione di materiali depositati dall'occupazione umana in lunghi periodi di tempo. Solitamente un tell è formato, per la maggior parte, di mattoni di fango o di altre strutture architettoniche contenenti una grande percentuale di pietre o limo. I tell sono diffusi in una area che va dalla valle dell'Indo (a est) all'Europa sud-orientale (a ovest).

<sup>20</sup> Il megaron designa l'unità architettonica che funge da fulcro della realtà palaziale: è composto di un unico locale generalmente di dimensioni rilevanti, con al centro un grande focolare e tutt'attorno un mobilio molto grezzo ed essenziale. Talvolta, come in figura 2.19, dotato di due ante, ovvero pilastri a sezione quadrata che prolungavano le pareti laterali sulla facciata. L'ingresso poteva avere, o no, una o due colonne.

<sup>21</sup> La Pannonia era un'antica regione compresa tra i fiumi Danubio e Sava, che comprendeva la parte occidentale dell'attuale Ungheria, il Burgenland oggi Land austriaco, fino a Vienna, la parte nord della Croazia e parte della Slovenia. Il toponimo Pannonia, di chiara origine illirica, si rifà alla radice indoeuropea *pen*, che significa "palude, acquitrino" (in riferimento alle zone paludose tra Danubio e Sava, la cosiddetta pianura pannonica).

<sup>22</sup> Scandella o più propriamente orzo distico (*Hordeum disticum*). Le varietà di orzo distiche presentano solo due file di cariossidi sulla spiga; la forma naturale è rappresentata da *Hordeum spontaneum* diffusa in Asia Sud-occidentale e Africa settentrionale.

<sup>23</sup> Grano emmer, più comunemente farro dicocco (*Triticum dicoccum*) o farro medio o anche solo farro, è un cereale, parente stretto del grano. È una delle tre specie del genere *triticum* comunemente chiamate farro. Le prime menzioni di questo cereale si ritrovano nella Bibbia. Era conosciuto e coltivato nell'antico Egitto. La farina di farro costituiva la base della dieta delle popolazioni latine. Dopo la coltivazione di altre varietà di cereali, in particolare frumento, mais e riso, la coltura del farro è andata diminuendo nel tempo fin quasi a sparire.

<sup>24</sup> Fagiolo Vigna (*Phaseolus Vigna*) è un genere di piante della famiglia delle Leguminose, molto affine al fagiolo americano o fagiolo comune (vedi nota 35) (*Phaseolus vulgaris*) che fu importato in Europa a seguito della scoperta dell'America. Il suo nome deriva dal botanico Domenico Vigna vissuto nel XVII secolo a Pisa dove ricoprì il ruolo di Direttore dell'Orto Botanico dal 1609 al 1632.

Il genere Vigna è ampiamente rappresentato nel Vecchio Mondo (Europa, Asia, Africa). Esistono peraltro specie spontanee nelle Americhe (p.es. Vigna caracalla) e anche in Oceania (p.es. la quasi cosmopolita Vigna marina).

---

Il genere *Vigna* comprende diverse leguminose da granella utilizzate nell'alimentazione umana. Nell'antichità, la coltivazione di queste specie era maggiormente diffusa, e in Europa fu in gran parte soppiantata dal fagiolo comune dopo la scoperta dell'America. In Asia, invece, alcune specie di *Vigna* continuano ad avere larghissima diffusione.

<sup>25</sup> Il lino è coltivato in tutto il mondo, in Europa e in Egitto da almeno 5000 anni, in numerose forme. In Europa era già coltivato all'epoca dei palafitticoli; ubicazione abitativa dettata dall'esigenza di disporre di grandi quantitativi d'acqua necessari per la coltivazione e per la successiva lavorazione in fibre del lino.

<sup>26</sup> Onagro (*equus onager*) asino selvatico che vive in branchi, allo stato brado, in Asia. Battagliero più veloce e robusto dell'asino domestico (*equus asinus*) ha il mantello bianco-argenteo sfumato in giallo nelle parti superiori.

<sup>27</sup> Ciprèa (o cyprea) Genere di Gasteropodi proprio dei mari caldi e temperati, dalla conchiglia ovoide, lucente, con i margini crenulati (con piccoli denti ad apice arrotondato) e con apertura longitudinale. Si trova fossile già nel Giurassico. Alcune specie sono rare e pregiate per la vivacità dei colori, altre hanno uso ornamentale o monetario.

<sup>28</sup> Una volta insediatisi in queste terre i creatori della cultura di Ubaid colonizzarono le regioni settentrionali e diffusero una tradizione uniforme sull'area che sarebbe in seguito divenuta il primo regno dei Sumeri.

<sup>29</sup> Le analisi relative al Carbonio 14 datano la fase immediatamente successiva alla costruzione delle mura al 6935 a.C., quindi il periodo centrale di Gerico III deve per forza essere antecedente a questa data.

<sup>30</sup> Veccia amara (*lathyrus linifolius*) o Cicerchia di montagna è una leguminosa detta anche pisello amaro

<sup>31</sup> Ambra (in greco antico *elektron*). Oggi, per ambra si intende una qualsiasi resina fossile, e le sue varietà vengono identificate secondo la provenienza geografica. L'ambra è emessa dalle conifere sotto forma di resina, che successivamente con il tempo si fossilizza. Essa è traslucida, di colore che può variare dal giallo al rossiccio, al bruno. Può contenere insetti rimasti imprigionati al momento della sua formazione. Attualmente si raccoglie comunemente in Germania, Polonia, Romania, in Italia (Sicilia) e in Birmania.

Ambra grigia (ma nel testo non ci si riferisce a questa) è una sostanza fortemente odorosa prodotta dall'intestino dei capodogli, utilizzata per la realizzazione di profumi. Essa è prodotta per difendere le mucose intestinali dai resti indigesti dei molluschi cefalopodi di cui i capodogli si cibano, indurendosi intorno ad essi e inglobandoli. Lasciata seccare al sole si ammorbidisce e acquista un ottimo profumo e la proprietà di fissare gli odori. Attualmente è divenuta estremamente rara, in quanto il capodoglio è una specie protetta e non può essere cacciato. L'ambra grigia può dunque essere ricavata solo dagli animali che sono morti per essersi arenati sulle spiagge, ovvero in blocchi rigurgitati naturalmente di tanto in tanto, che possono galleggiare fino ad essere ritrovati sulle coste dell'Oceano Indiano (in India o sulle coste dell'Africa orientale).

<sup>32</sup> Mais (*Zea mays*) è una pianta erbacea annuale. È uno dei più importanti cereali largamente coltivato sia nelle regioni tropicali sia in quelle temperate, in quest'ultimo caso a ciclo autunno-primaverile.

Il mais rappresenta la base alimentare tradizionale nelle popolazioni dell'America latina e, localmente, in alcune regioni dell'Europa e del Nordamerica. Nelle regioni temperate è principalmente destinato all'alimentazione degli animali domestici, sotto forma di granella,

---

farine o altri mangimi, oppure come insilato, generalmente raccolto alla maturazione cerosa. È inoltre destinato a trasformazioni industriali per l'estrazione di amido e olio oppure alla fermentazione, allo scopo di produrre per distillazione bevande alcoliche o bioetanolo a scopi energetici.

La pianta proviene dall'America centro-meridionale dove rappresentava l'ingrediente base della cucina azteca; il termine "granoturco" o "granturco" deriva da grano turco, ossia "esotico, coloniale".

La storia del mais è stata a lungo controversa. Darwin ne sostenne la probabile origine sudamericana, ma la beffa degli scavatori ai danni di un archeologo impegnato tra le piramidi egiziane, cui fu "fatto scoprire" un pugno di semi in un sarcofago, accreditò l'origine africana, sostenuta da Matteo Bonafous e duramente ribattuta da De Candolle.

Tutte le indagini successive militavano peraltro per l'origine mesoamericana, che venne definitivamente stabilita da MacNeish tra gli anni sessanta e gli anni settanta del Novecento. L'archeologo statunitense individuò la culla della coltura nella grande valle messicana di Tehuacàn, nella regione di Oaxaca, dove esiste una pluralità di grandi insediamenti precolombiani. Restava da risolvere il problema dei mais peruviani, che mostrano una collezione di tipi significativamente diversi da quelli messicani. Il problema è stato risolto supponendo una precocissima migrazione di semi dal Messico al Perù, e con l'interruzione di comunicazioni successive, causa dell'indipendenza dei cataloghi delle varietà messicane e peruviane.

In Italia la coltura è già fiorente a metà del Cinquecento, dove soppianta rapidamente miglio e panico divenendo la base dell'alimentazione dei contadini padani. L'esclusiva dieta a base di mais diverrà la causa del tragico dilagare, fino al termine dell'Ottocento, della più terribile malattia endemica delle campagne italiane, la pellagra.

<sup>33</sup> Tripsaco (*Tripsacum*) genere di piante graminacee con poche specie delle regioni più calde dell'America settentrionale. Sono erbe perenni con culmi robusti, fiori monoici in spighe terminali che hanno le spighe staminifere in alto e le pistillifere in basso; la specie *Tripsacum dactyloides*, alta fino a 2 m, è coltivata per foraggio, e talora nei giardini per l'aspetto curioso delle spighe.

<sup>34</sup> Adobe è l'impasto di argilla, sabbia e paglia essiccata al sole utilizzata da molte popolazioni in ogni epoca per costruire mattoni. La città più antica ad oggi conosciuta, Çatalhöyük, in Anatolia, del VII millennio a.C., aveva case costruite in adobe.

Molto utilizzata è anche nelle regioni semidesertiche dell'Africa e dell'America Centrale. Particolarmente in Messico le *casas de adobe* sono tutt'oggi patrimonio di molte famiglie che si tramandano questa tradizione da tempo immemore. Mescolare il pasto seco (erba secca) con il fango permette di creare la giusta consistenza, grande resistenza alle intemperie e inoltre evita che i blocchi, una volta solidificatisi, tendano a rompersi. In seguito i blocchi vengono fatti aderire tra loro con del fango per innalzare dei muri.

<sup>35</sup> Fagiolo (*Phaseolus vulgaris*) o fagiolo americano, o fagiolo comune, è una pianta della famiglia delle leguminose originaria dell'America centrale. Fu importato, a seguito della scoperta dell'America, in Europa dove esistevano unicamente fagioli di specie appartenenti al genere *Vigna* (vedi nota 24), di origine subsahariana: i fagioli del genere *Phaseolus* si sono diffusi ovunque soppiantando il gruppo del mondo antico, in quanto si sono dimostrati più facili da coltivare e più redditizi (rispetto al *Vigna* la resa per ettaro è quasi doppia).

<sup>36</sup> Melopopone (*Carica papaya*), papaia, detto anche albero dei meloni originario dell'America centrale; coltivato nelle regioni tropicali per i frutti commestibili.

---

<sup>37</sup> Qui si parafrasa Jacques Monod, *Il caso e la necessità: saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea* (ristampa) 2001 Oscar Mondadori; prima edizione Parigi 1970, *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*.

<sup>38</sup> Patata (*Solanum tuberosum*) è una pianta erbacea appartenente alla famiglia delle Solanaceae (Dicotiledoni), originaria del Perù, della Bolivia, del Messico e del Cile e portata in Europa dagli spagnoli nel XVI secolo intorno al 1570. Non si conoscono varietà spontanee né si sa da quale specie originaria di *Solanum* si sia sviluppata la patata edule. La patata dolce o batata (*Ipomoea batatas*), conosciuta anche come patata americana, nonostante il nome non ha rapporti con le patate comuni, in quanto queste ultime appartengono alla famiglia delle Solanaceae mentre la prima appartiene alla famiglia delle Convolvulaceae, ed è coltivata, da più di 5000 anni, nelle regioni tropicali per i suoi rizotuberi commestibili, dolci e ricchi di amido. Importata dopo la colonizzazione delle Americhe, si diffuse in Europa e anche in Asia, dove la sua presenza in Cina era documentata già nel tardo XVI secolo.

<sup>39</sup> Pomodoro (*Solanum lycopersicum*) è una pianta annuale i cui frutti - bacche plurisperme dal caratteristico colore rosso - sono alla base di molti piatti della cucina italiana. Tutte le parti verdi della pianta sono tossiche, in quanto contengono solanina, un glicocaloide steroidale, che non viene eliminato nemmeno per mezzo dei processi di cottura. Il pomodoro è nativo della zona del Centro America, Sud America e della parte meridionale del Nord America, zona compresa oggi tra i paesi del Messico e Perù. Gli Aztechi lo chiamarono xitomatl, il termine tomatl indicava vari frutti simili fra loro, in genere sugosi. La salsa di pomodoro divenne parte integrante della cucina azteca. La data del suo arrivo in Europa è il 1540 quando lo spagnolo Hernán Cortés rientrò in patria e ne portò gli esemplari; ma la sua coltivazione e diffusione attese fino alla seconda metà del XVII secolo. Arriva in Italia nel 1596 ma solo più tardi, trovando condizioni climatiche favorevoli nel sud del paese, si ha il viraggio del suo colore dall'originario e caratteristico colore oro, che diede appunto il nome alla pianta, all'attuale rosso, grazie a selezioni e innesti successivi.

<sup>40</sup> Fillossera della vite (*Daktulosphaira vitifoliae*) è un insetto fitofago associato alle specie del genere *Vitis* che attacca le radici delle specie europee (*Vitis vinifera*) e l'apparato aereo di quelle americane (*Vitis rupestris*, *V. berlandieri* e *V. riparia*). Questo dannoso fitofago della vite, originario del Nord America, è comparso in Europa nella seconda metà dell'Ottocento, e oggi è diffuso in tutti i paesi viticoli del mondo. Provoca in breve tempo gravi danni alle radici e la conseguente morte della pianta attaccata, con l'eccezione di alcuni vitigni americani che ormai costituiscono il portainnesto per tutte le specie europee.

<sup>41</sup> Metcalfa pruinosa è un insetto fitofago, da poco arrivato in Italia e ben acclimatato, è dunque un "alieno" o esotico, cioè proveniente da un'altra area zoogeografica, in particolare è una specie neartica; tuttavia essendo segnalata anche in centro e sud America (Brasile) può essere indicata anche come specie neotropica. In Europa sembra sia giunta nel 1979 raccolta nei dintorni di Treviso, da questo focolaio iniziale si è diffusa, piuttosto rapidamente. All'estero è già arrivata nel sud-est della Francia, in Svizzera, in Slovenia e lungo le coste meridionali dell'Istria. Al pari di altri fitofagi introdotti l'invasione di nuovi areali si verifica principalmente a causa nostra - automezzi o altri veicoli che trasportano adulti e stadi giovanili, scambi commerciali di piante da vivaio o legnami infestati da uova - e in seguito la dispersione avviene anche attivamente con il volo, salto e spostamento passivo a causa di perturbazioni atmosferiche.

<sup>42</sup> Il punteruolo rosso della palma (*Rhynchophorus ferrugineus*) è un coleottero originario dell'Asia sudorientale e della Melanesia, dove è responsabile di seri danni alle coltivazioni di *Cocos nucifera*. A seguito del commercio di esemplari di palme infette la specie ha

---

raggiunto negli anni ottanta gli Emirati Arabi e da qui si è diffusa in Medio Oriente (segnalata in Iran, Israele, Giordania e Territori palestinesi) ed in quasi tutti i paesi del bacino meridionale del Mar Mediterraneo (a partire dall'Egitto dove è stata segnalata per la prima volta nel 1992); risalita sino alla Spagna (prima segnalazione nel 1994), ha successivamente raggiunto la Corsica e la Costa Azzurra francese (2006). La prima segnalazione in Italia è del 2004 e si deve ad un vivaista di Pistoia che aveva importato delle piante dall'Egitto; nel 2005 viene segnalato in Sicilia e quindi in veloce diffusione verso il Nord della penisola: arriva in Campania, portando a morte centinaia di palme secolari in parchi pubblici e nei giardini privati, nel Lazio, torna in Toscana ed è infine anche in Liguria, Marche, Abruzzo e Puglia.

<sup>43</sup> I tacchini (genere *meleagris*) sono gallinacei snelli, con zampe lunghe ed ali e coda corte. Hanno la testa e la parte superiore del collo bitorzolute, e dalla mascella superiore del becco breve, robusto ed arcuato, pende un'escrescenza carnosa ed erigibile di forma conica. I loro piedi sono alti e provvisti di lunghe dita, le ali sono molto arrotondate e la coda, composta di diciotto penne larghe ed erettili, ha forma tondeggiante. Una singolare particolarità del piumaggio è data dal fatto che alcune penne della parte anteriore del petto hanno l'aspetto e la consistenza di setole sporgenti.

Diffusi in libertà nell'America settentrionale e centrale fino all'istmo di Panama, i tacchini presentano, quanto all'indole ed ai costumi, tratti generali assolutamente comuni. In Europa, il tacchino fu introdotto poco dopo la scoperta dell'America. Nel XVI secolo esso era ancora rarissimo e ricercato, mentre oggi è uno dei più diffusi tra gli uccelli domestici.

<sup>44</sup> Il coniglio è originario dell'Europa e fu scoperto dai Fenici in Spagna. Quest'animale probabilmente non era conosciuto dai Greci, ma fu apprezzato dai Romani. La domesticazione vera e propria del coniglio cominciò nel Medioevo.

I conigli in Australia furono importati dall'Europa nel 1856, da parte dell'allevatore Thomas Austin. In questo continente i conigli, in cui non vi erano mai stati prima, trovarono condizioni favorevoli: cibo in abbondanza, nessun predatore e nessun parassita. Di conseguenza iniziarono a moltiplicarsi molto rapidamente, causando enormi danni alla flora del paese. Le contromisure adottate dal governo furono sempre inefficaci: il tentativo di avvelenare le pozze d'acqua in cui i conigli si abbeverarono fu un insuccesso; l'introduzione dei predatori dei conigli non diede l'effetto sperato, anzi i predatori si diedero alla caccia delle altre specie presenti nel continente. Solo nel 1950, con la diffusione di una zanzara vettore di un potente virus, la Myxomatosi, la popolazione fu decimata al 99 %, causando la morte di oltre 200 milioni di individui, a un punto tale da porre fine allo stato di "calamità". Il rimanente 1 %, però, resistette alla malattia e ricominciò a riprodursi, tornando a causare danni e sovrappopolazione. Negli anni 80, la diffusione dei conigli resistenti alla Myxomatosi fece risorgere il problema della sovrappopolazione. Per questo motivo fu introdotto un altro virus, l'RHD (*Rabbit Haemorrhagic Disease*) che fece registrare la morte del 90 % dei conigli, ma che causò la nascita, anche in questo caso, di ceppi di resistenza alla malattia. L'ultima "arma" contro questa piaga è una nuova forma di Calicivirus, la RHDV (gen. Lagovirus), introdotto nel 2000, che ha causato la morte di un numero tale di conigli da evitare la perdita di oltre 1 miliardo di dollari di danni in 10 anni. L'effetto dei conigli sull'ecologia australiana è stato devastante. Si pensa che i conigli siano la maggiore causa di perdita di specie vegetali nel continente. Difatti i conigli spesso uccidono i giovani alberi nei frutteti, nelle foreste attraverso la pratica dell'anellazione. I conigli sono inoltre responsabili di un serio fenomeno d'erosione del suolo proprio a causa della loro abitudine di cibarsi delle piante appena nate.

---

## 2.6 Bibliografia

- [1] Abbas S. M. (1984) - *Sorourab I: a Neolithic site in Khartoum Province, Sudan*, in “Current Anthropology”, vol. 25, n. 1, 117-119.
- [2] Allen E. (1969) - *Stone Shelters*, The MIT Press, Cambridge, MA USA.
- [3] Banning E.B. (2003) - *Housing Neolithic farmers*, in “Near Eastern Archaeology”, vol. 66, n. 1/2, pp. 4-21
- [4] Broglio A., Kozłowski J. (1987) - *Il Paleolitico: uomo, ambiente e culture*, Jaca Book, Milano
- [5] Broglio A. (1998) - *Introduzione al Paleolitico*, Laterza, Bari.
- [6] Cassano M. S., Cazzella A., Manfredini A., Moscoloni M., Mussi M. (1984) - *Paleontologia: Metodi e strumenti per l'analisi delle società preistoriche*, Roma, NIS
- [7] Cavalli Sforza L.L., Cavalli Sforza F., Piazza A. (1996) - *Razza o pregiudizio? L'evoluzione dell'uomo fra natura e storia*, Einaudi, Milano
- [8] Cavalli Sforza L. L. (1997) – *Geni, popoli e lingue*, Edizioni Adelphi. Milano.
- [9] Chavaillon J. (1998) - *L'età d'oro dell'umanità. Cronache dal Paleolitico*, Jaca Book, Milano
- [10] Clark G., Piggott S. (1991) - *Le società preistoriche*, Mondadori, Milano.
- [11] Clark J. D. (1964) - *The Prehistoric Origins of African Culture*, in “The Journal of African History”, vol. 5, n. 2, pp. 161-183.
- [12] Clutton-Brock J. (1995) - *Origins of the dog: domestication and early history in Serpell, James (a cura di), The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [13] Cocchi Genick D. (1993a) - *Manuale di preistoria. I. Paleolitico e Mesolitico*, Viareggio, Assessorato alla cultura del Comune - Museo Preistorico e Archeologico “A.C. Blanc”
- [14] Cocchi Genick, D. (1993b) - *Manuale di preistoria. II. Neolitico*, Viareggio, Assessorato alla cultura del Comune- Museo Preistorico e Archeologico “A.C. Blanc”
- [15] De Boer W.R. (2004) - *Little Bighorn on the Scioto: the rocky mountain connection to Ohio Hopewell*, in “American Antiquity”, vol. 69, n. 1, pp. 85-107
- [16] Di Lernia S. (1999) - *Alle origini del pastoralismo africano. Riflessioni su alcune forme di gestione animale nell'antico Olocene*, in “La ricerca Folklorica”, n. 40, pp. 13-24.
- [17] Drusini A., Swindler D. (1996) - *Paleontologia Umana. Evoluzione, adattamento, cultura*, Jaca Book, Milano
- [18] Eccles J.C. (1990) - *Il mistero uomo*, Mondadori, Milano.
- [19] Facchini F., Baldanzi A. (2002) - *La vita quotidiana 2 milioni di anni fa. Fiorenzo Facchini racconta la giornata di un homo habilis*, Jaca Book, Milano
- [20] Facchini F. (2006) - *Le Origini dell'Uomo e l'Evoluzione Culturale*, Jaca Book, Milano.
- [21] Facchini F. (2009) - *La lunga storia di Neandertal. Biologia e comportamento*, Jaca Book, Milano.

- 
- [22] Milstein M. (2008) - *Oldest Shaman Grave Found* National Geographic 04-Nov-2008
- [23] Moore J. D. (1992) - *Pattern and meaning in prehistoric Peruvian architecture: the architecture of social control in the Chimu State*, in “Latin American Antiquity”, vol. 3, n. 2, pp. 95-113.
- [24] Murpert N.Y., Munchaev R.M. (1987) - *The earliest levels at Yarim Tepe I and Yarim Tepe II in Northern Iraq*, in “Iraq”, vol. 49, pp. 1-36
- [25] Ofer B. Y., (1998) - *The Natufian Culture in the Levant, Threshold to the Origins of Agriculture*, in *Evolutionary Anthropology*, 6 (5): 159–177,
- [26] Runnels C.N, Payne C., Rifkind N. V., White C., Wolff N. P., Le Blanc S. A. (2009) - *Warfare in Neolithic Thessaly: a case study*, in “Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens”, vol. 78, n. 2, , pp. 165-194
- [27] Sauvatz S.( 2007) - *The identification of Neolithic households: unfeasible or just disregarded?*, in “British School at Athens Studies”, vol. 15 , pp. 19-28.
- [28] Steadman S.R. (1995) - *Prehistoric interregional interaction in Anatolia and the Balkans: an overview*, in “Bulletin of the American Schools of Oriental Research”, n. 299/300, pp. 13-32.
- [29] Svoboda J. (1994) - *The Pavlov site, Czech Republic: lithic evidence from the Upper Paleolithic*, in “Journal of Field Archaeology”, vol. 21, n. 1, pp. 69-81.
- [30] Vittori O. (1989) - *Clima e storia*, Editori Riuniti, Roma
- [31] Weinberg S. S. (1957) - *Khirokitia: final report on the excavations of a Neolithic settlement in Cyprus on Behalf of the Department of Antiquities, 1936-1946 by Porphyrios Dikaios*, in “American Journal of Archaeology”, vol. 61, n. 1, pp. 96-98
- [32] Wendfor F., Close A. E., Schild R. (1987)- *A survey of the Egyptian radar channels: an example of applied archaeology*, in “Journal of Field Archaeology”, vol. 14, n. 1, pp. 43-63
- [33] Wenke R.J., Long J. E., Buck P. E. (1988) - *Epipaleolithic and Neolithic subsistence and settlement in the Fayyum oasis of Egypt*, in “Journal of Field Archaeology”, vol. 15, n. 1, pp. 29-51.

## CAPITOLO TERZO

# DAL SIMBOLISMO AL CULTO

### 3.1 Introduzione

Un altro tema, da affrontare per capire il rapporto Uomo-Sole, è lo psichismo dell'uomo divenuto ora "essere pensante", cioè più cosciente di sé e meno impegnato dalle necessità immanenti, tanto da poter curare maggiormente la sfera del trascendente. Negli esseri umani questo aspetto è talmente sviluppato da renderli eccezionalmente diversi dalle altre specie animali.

Abbiamo visto che la radiazione solare ha condizionato l'ambiente terrestre dal punto di vista sia fisico sia biologico, e di conseguenza ha modificato e plasmato l'uomo.

Ora è l'uomo a porsi come ente creativo. Una "creatività" però fortemente determinata dal modo in cui i sensi degli uomini primitivi, e di conseguenza la loro psiche, percepivano e interpretavano gli effetti del Sole.

Quando l'uomo si alzò in piedi e divenne cosciente della propria esistenza, stimolato al simbolismo, creatore di cultura, non cessò di contemplare la volta celeste ammirandone le tinte, la profondità, l'infinito. L'uomo vede che il cosmo comporta un eterno ritorno. Ogni giorno assiste al sorgere, alla corsa e al tramonto del Sole seguendone il percorso. Tutto ciò ha fatto entrare in gioco la capacità simbolica dell'uomo che in questo modo ha scoperto, secondo l'espressione di Mircea Eliade<sup>1</sup>, un simbolismo ancestrale [14, 24].

Nel momento in cui l'uomo ha preso coscienza di sé, ha già la capacità di stupirsi di fronte alla volta del cielo e al movimento degli astri, o a un tramonto infuocato, o alle folgori che solcano il cielo, o alla lava incandescente di un vulcano. È accanto allo stupore che nasce la percezione di qualcosa che sovrasta e trascende l'uomo e di fronte a questa egli si sente impotente poiché ne ignora la natura. Sono questi sentimenti che ispirano il senso del sacro, cioè il riconoscimento e l'appello alle forze superiori, comunque possano identificarsi, anche in forme mitiche o magiche [16].

Da dove è partito il cammino della coscienza, del pensiero dell'immaginario, della riflessione sul sacro? Le manifestazioni del cosmo hanno permesso e stimolato quel cammino. La volta celeste ne è l'elemento principale, perché ha risvegliato nell'uomo la coscienza di una trascendenza, della forza, dell'immortalità. Si tratta di una ierofania<sup>2</sup> inesauribile perché al cielo sono legati il Sole, la Luna, gli astri [24]. Il Sole, la Luna, le stelle, il fuoco, l'acqua o il vento sono tutti elementi considerati, dai primi uomini, ierofanie contro le quali non potevano lottare con armi eguali e di cui erano spesso vittime.

Il senso del sacro e il suo sviluppo dovrebbe valere per l'uomo fin dalle origini, anche per la fase dell'*Homo habilis*, non solo per l'*Homo erectus* del Paleolitico inferiore, con il quale vengono segnalate alcune attività a carattere simbolico che possono essere di ordine culturale o magico religioso. L'uomo si rivela dunque *sapiens* già in quello stadio in cui viene definito *faber* per la sua tecnologia, in realtà è *faber* perché *sapiens*, perché fa emergere la coscienza riflessa e la capacità simbolica [16] (figura 3.1).

La cultura rappresenta una vera strategia adattiva nel rapporto dell'uomo con l'ambiente; tuttavia la cultura non si esaurisce nel rapporto con l'ambiente ma include, anche, comportamenti che trascendono il mondo fisico come le capacità di progettare e la simbolizzazione. Il concetto di cultura si lega a quello di psichismo umano, essere autocosciente, capace di dare significato alle cose e di creare simboli [16]. La capacità di astrazione e di simbolismo, la fabbricazione di utensili, la coscienza di sé e della morte hanno fatto emergere l'adattamento e il controllo dell'ambiente per mezzo di una "cultura appresa e non solo geneticamente trasmessa" [12]. La variabilità dei tipi, che si osserva in senso diacronico, in una evoluzione che si è realizzata secondo un modello di gradualità è stata fortemente indotta dalla cultura; l'idea di sottospecie che si susseguono nel tempo corrisponde meglio a questa ipotesi [15]. Alla luce di queste considerazioni può spiegarsi la straordinaria diffusione dell'uomo sulla Terra e l'unicità della specie umana che la popola, nonostante i diversi habitat [16].



Figura 3.1 – Gobustan, Azarbaigian. Arte rupestre di cacciatori evoluti: sciamano che contempla segni astrali (disegno da fotografia, da [5] p. 129).

Inoltre, tutta la vita dell'uomo, è intrisa di simbolismo che rappresenta non solo il nucleo profondo dello psichismo umano, ma l'ambiente in cui l'uomo è immerso e vive. Il simbolo è un segno, una realtà materiale, visibile, che rimanda ad altro che sfugge, a un significato che rientra nell'immaginario dell'uomo. In ogni caso è l'uomo che attribuisce significati simbolici alle cose, segno grafico, raffigurazione, o coglie nei fenomeni della natura e negli elementi cosmici il richiamo verso l'altro. Il simbolo dà a pensare, e dove c'è pensiero c'è capacità di riflessione. La simbolizzazione costituisce il nucleo profondo dello psichismo umano: attraverso il simbolo l'uomo riconosce ed esprime in forma sociale o rituale le potenti forze che sente intorno a sé, in questo modo le domina e le conduce al controllo sociale [10]. Il pensiero simbolico è connaturale all'uomo e precede il linguaggio e il ragionamento discorsivo [16] (figura 3.2).

La simbolizzazione e la capacità progettuale costituiscono, dunque, gli elementi fondamentali della cultura, la cui importanza emerge in ordine all'adattamento all'ambiente e alla sopravvivenza. Le espressioni del simbolismo dell'uomo preistorico possono essere riconosciute nelle manifestazioni riferibili al culto solare, nel Calcolitico e nel Neolitico, o nelle raffigurazioni parietali e mobiliari del Paleolitico Superiore, nelle pratiche funerarie dei Neandertaliani. Si tratta di manifestazioni di simbolismo spirituale quale che fosse il significato che esse potevano avere in relazione alla vita individuale e sociale [16]. Sicuramente almeno dal Paleolitico medio iniziale sono ben documentati oggetti non utilitaristici (cristalli, minerali, fossili, sostanze organiche).

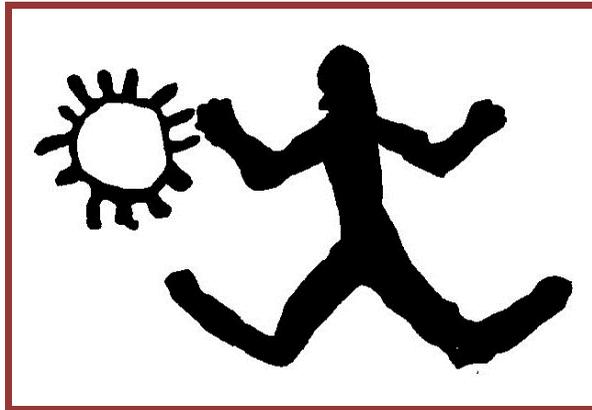


Figura 3.2 – Carrizo Plain, California. Orante genuflesso davanti a un disco solare di 13 raggi (disegno da fotografia di J.A. Von Tillburg 1993, da [4] p. 141).

Ma quando avvenne che l'uomo capì di non capire? La nascita e la morte hanno da sempre marcato il ritmo della natura. Un giorno l'uomo prese a porsi quesiti su l'essere e sul divenire, sulla realtà del presente e sul futuro. In alcuni siti preistorici è stato notato che già nel Paleolitico inferiore, si usava raccogliere, trasportare e conservare pietre e ossa animali, dalla forma o dai colori particolari. Erano frammenti di natura che venivano raccolti e conservati, testimonianze che rivelano curiosità e interesse. Si conoscono alcuni frammenti incisi di tacche che, se intenzionali, documenterebbero il tentativo di esecuzione di segni, indicando così la presenza di simbolismo e concettualità. Nel periodo del Paleolitico medio (200.000-35.000 anni fa) si conoscono sporadici reperti con segni di strofinatura o di utilizzo coperti da striature e da incisioni non figurative, e in qualche caso da tacche o linee parallele. La maggior parte di ciò che sappiamo sul Paleolitico medio proviene da quanto scoperto nel territorio dell'uomo di Neandertal, nel continente europeo e nel Vicino Oriente. I neandertaliani hanno lasciato qualche frammento d'osso con tracce incise, usavano coloranti ma non si hanno, per ora, elementi sufficienti per parlare di linguaggio, di arte e quindi di concettualità. Ma all'uomo di Neandertal si deve l'invenzione del simbolismo (coppelle scavate nella pietra, timidi segni incisi su ciottoli, linee parallele, linee a zig zag, ecc.) e del culto dei morti (seppelliva i propri morti conferendo all'atto della sepoltura un carattere rituale, deponendo nella sepoltura manufatti litici e cibo), aspetti che

rivelano una primordiale concettualità e un iniziale grafismo. In particolare per quanto riguarda l'atteggiamento nei riguardi dei defunti, possiamo affermare che esistono aspetti concernenti la visione di una vita extra-terrena, quali la credenza nella sopravvivenza dopo la morte e le valutazioni di carattere intellettuale nei riguardi dell'esistenza.

I primi indizi di strutturazione del concetto religioso sembrano essere evidenziati dal fenomeno di creatività artistica dell'uomo del Paleolitico superiore. Nelle grotte santuario, nei ripari sotto roccia, in insediamenti e su rocce all'aperto, nei vari continenti, già da 40.000 a 30.000 anni or sono, l'*Homo sapiens s.* creava oggetti per usi rituali, produceva opere d'arte ispirate al mito o ad altri aspetti della concettualità (iniziazione, fecondità, cosmologia, fig. 3.3).

Dall'arte rupestre e megalitica e da ornamenti della ceramica si apprende anche la presenza di un culto del Sole. Sulle superfici rocciose di certe montagne, sulle pareti di diversi dolmen, spesso vi sono incisioni con raffigurazioni del Sole e dei suoi raggi.

Gli ideogrammi si ripetono pressoché identici nel mondo intero; possiamo ipotizzare che derivino da una matrice concettuale comune, che presumibilmente ci riporta all'*Homo sapiens s.* nel suo periodo formativo.

La diversificazione, ovvero la caratterizzazione locale specifica, inizia quando termina l'età della caccia e della raccolta (oltre 12.000 anni fa) [5]. L'agricoltura modificherà profondamente il comportamento dell'uomo nella società arcaica: il calcolo del tempo, il calendario lunare che determina le date specifiche per i lavori agricoli, il calendario solare che regola le stagioni la divisione e la ripartizione del lavoro sono scoperte che preludono a importanti cambiamenti. La religiosità subirà l'influenza di questi mutamenti. Il Neolitico diviene la grande epoca dell'elaborazione dei miti già abbozzati nel Paleolitico superiore. Miti cosmologici e teogonici: i miti sull'origine dell'uomo, degli animali e delle piante; i miti sull'origine della vita, in particolare quelli legati alla sessualità della donna. Nel corso del Neolitico si formano i culti solari e lunari che giocano un ruolo importante nei culti della vegetazione.

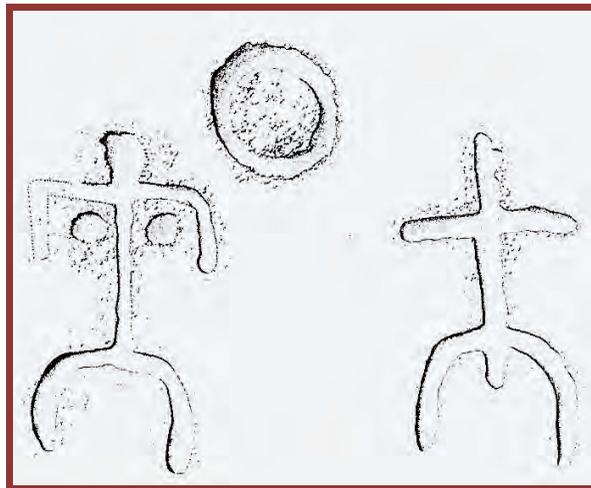


Figura 3.3 – Neolitico; graffiti scolpiti nella roccia di granito della spiaggia di Orri (Tortolì) lungo la costa centro orientale della Sardegna (disegno da fotografia; da [1] p. 98).



Figura 3.4 - Neolitico finale - Conca Illonis, Cabras (OR), cultura di Ozieri<sup>3</sup>: pesi da telaio con figure schematiche e simbolismo sacro/talismanico (3.200-2.800 a.C.) (da <http://gianfrancopintore.blogspot.it/2011/04/quanto-deve-la-scrittura-nuragica-ai.html>).

Una nuova solidarietà si stabilisce tra l'uomo e l'animale che da preda diviene servitore. L'uomo prenderà coscienza del mistero della nascita, della morte e della rinascita identificate nel ritmo stesso della vegetazione. Sotto l'influenza dell'agricoltura gli dèi fecondatori prenderanno il posto degli dèi celesti. Tutto il simbolismo celeste si mantiene e si concretizza in miti e riti più ricchi. La religione diviene un elemento essenziale alla coesione sociale [24].

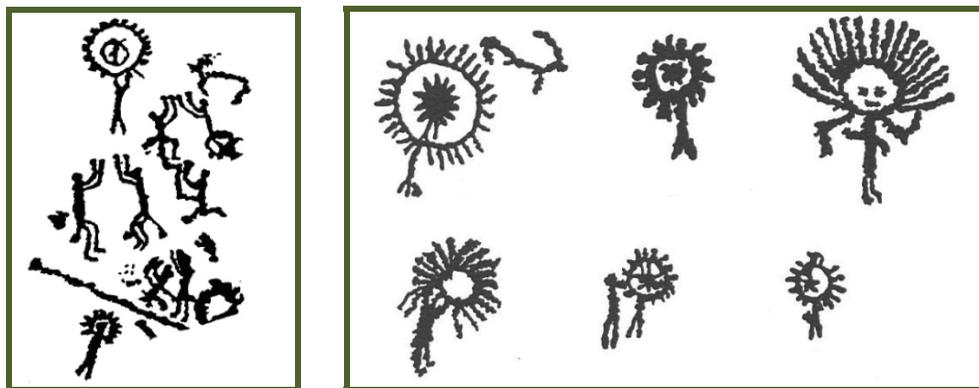
Il cielo è ricco di valori mitico-religiosi. L'alto, l'elevato, lo spazio infinito sono ierofanie del trascendente, del sacro per eccellenza. La vita atmosferica e meteorica si rivela come mito senza fine. E gli esseri supremi delle popolazioni primitive, così come i grandi dèi delle prime civiltà storiche, tradiscono tutti relazioni con l'atmosfera, gli avvenimenti meteorologici, ecc. Queste figure divine tendono a scomparire dal culto. La sostituzione avviene quasi sempre a beneficio di una divinità più concreta, più dinamica, più feconda (ad esempio il Sole). È il Sole che diventa il distributore della fecondità sulla terra e il protettore della vita. Allontanato dal culto e sostituito nel mito, il cielo si conserva nel simbolismo, e questo simbolismo celeste penetra e sostiene, a sua volta, numerosi riti [13] (figura 3.4).

### 3.2 La religiosità

Il fatto che dal Sole dipenda tutta la vita sul nostro pianeta è stato intuito dagli uomini già molto prima dell'acquisizione di nozioni scientifiche. Molte civiltà preistoriche e storiche consideravano e adoravano il Sole come una divinità. La periodica apparizione, giornaliera e annuale, del Sole era timidamente attesa e il ritorno dell'astro esorcizzato tramite rituali magici. Le eclissi erano eventi particolarmente temuti che suscitavano costernazione e paura.

Variamente denominato, il Sole era visto dalle culture antiche come il cuore di tutti i fenomeni, il simbolo della verità, l'occhio della giustizia e dell'eguaglianza, la fonte della saggezza e della compassione, il guaritore delle malattie fisiche e spirituali e, soprattutto, la sorgente prima della vita, della fecondità, della crescita e dell'abbondanza. Le prime rappresentazioni simboliche del Sole su incisioni rupestri si ritrovano in Asia centrale,

negli attuali Kazakhstan, Kirghizistan e nella provincia di Sinkiang in Cina. In questi luoghi antichi artisti incisero su rupi immagini simboliche zoomorfe e antropomorfe, e il culto del Sole si riflette ampiamente in tutti i monumenti di arte rupestre, a partire dalle figure di testa solare appartenenti alla cultura dei contadini e dei pastori dell'Età del Bronzo (figura 3.5).



a

b

Figura 3.5 a) Incisioni rupestri a Saimaly Tach (Kazachstan) (da [6] p. 54);  
b) Cerimonia collegata al culto solare (da [16] p. 186).



Figura 3.6 – Petroglifi di Tamgaly, steppe a ovest di Alma Ata (Kazakhstan) (<http://www.globalair-kz.com/images/kazvizit/Tamgaly3.jpg>).

In questo periodo compare anche il feticismo, cioè la credenza che la rappresentazione di un oggetto sia dotata di poteri magici che consentono al possessore una speciale protezione, o che permette di raggiungere le proprie aspirazioni. Negli antichi luoghi di culto del simbolo il dio Sole antropomorfizzato assume molte stilizzazioni. La testa può essere composta da cerchi concentrici e miriadi di puntini. Il dio sta inoltre in piedi sulla schiena di un toro dalle lunghe corna pertanto il toro e altri animali cornuti diventano simboli zoomorfizzati del Sole. A Tamgaly<sup>4</sup> (Kazakhstan), nelle steppe a ovest di Almaty (l'antica Alma Ata), in graffiti rupestri sembra essere inciso nell'ardesia, al di sopra degli dèi, un simbolo del solstizio, il più antico finora rinvenuto (figura 3.6).

### 3.2.1 Nord Europa

Un monumento del Neolitico, di notevole interesse e diffuso in tutto il mondo, è il menhir; cioè un grosso blocco di pietra di notevole lunghezza infisso verticalmente nel suolo. Questi monumenti, di carattere culturale, erano legati ai fenomeni celesti e al culto astrale.

Poiché con essi si realizzavano strutture perfettamente orientate verso il sorgere del Sole nel solstizio d'estate, è opinione sempre più diffusa che queste costituissero dei templi solari.

A partire dall'Età del Bronzo il culto solare avrà uno sviluppo continuo in Occidente e in Oriente e i simboli solari si moltiplicheranno sempre più.

Spostandosi attraverso le diverse aree geografiche del pianeta, l'uomo ha assistito a diversi moti apparenti del Sole nella volta celeste e, di conseguenza, a differenze più marcate nella durata del dì rispetto alla notte. Davanti a fenomeni tanto grandi quanto inspiegabili per la psiche degli uomini "primitivi", oltre a un senso di stupore, si può ipotizzare anche un senso di paura innescato dalla percezione che quegli stessi uomini dovevano avere riguardo la minor durata del dì, e quindi del minor periodo di manifestazione nel cielo del Sole (che ai loro sensi appariva come un dio dispensatore di luce e calore).

#### *I Celti*

Si individuano con il nome di Celti alcune popolazioni appartenenti a uno stesso gruppo linguistico di famiglia indoeuropea che, provenienti dall'Asia, all'inizio del II millennio a.C. si stanziarono nelle regioni danubiane e renane. Da qui, dopo aver dato vita a sviluppate forme di cultura (cultura di Hallstatt<sup>5</sup>), fra l'VIII e il VI secolo a.C. i Celti sciamarono occupando buona parte del continente e le Isole Britanniche, dividendosi in tribù<sup>6</sup>.

Il periodo di massimo splendore dei Celti è fra il IV-III secolo a.C.; uniti dalle origini etniche e culturali, dalla condivisione di uno stesso fondo linguistico indoeuropeo, i Celti rimasero sempre politicamente frazionati ma, probabilmente, condividevano una medesima visione religiosa politeista adorando divinità legate alla natura, con una peculiare valenza religiosa attribuita alla quercia e alle virtù guerriere (figura 3.7).

#### *Stonehenge<sup>7</sup>*

Il complesso megalitico di Stonehenge è stato costruito nella pianura di Salisbury, in Gran Bretagna. C'è dibattito a riguardo dell'età della costruzione, ma la maggior parte degli archeologi ritiene sia databile tra il 2.500 a.C. e il 2.000 a.C., mentre il terrapieno circolare e il fossato sono stati datati al 3.100 a.C.

La costruzione ha una forma circolare, del diametro di qualche decina di metri; è composta da vari anelli di pietre alte e strette, alcune delle quali sormontate da altre lastre di pietra. Inoltre vi si possono osservare alcune serie di buche nel terreno, disposte in forma circolare (figura 3.8).

Si pensa che questo complesso sia stato progettato dagli antichi abitanti della regione non soltanto come un luogo di culto, ma anche come un immenso calendario, dopo una paziente osservazione del cielo, per tenere traccia del trascorrere dei mesi, delle stagioni e degli anni.

Certamente Stonehenge contiene molti riferimenti al moto del Sole e della Luna; il numero di pietre e di buche nei vari anelli sembra essere legato a qualche ciclo astronomico, come quello delle fasi lunari. Inoltre le direzioni degli allineamenti fra le varie

pietre coincidono pressappoco con alcuni punti della volta celeste, che corrispondono ad eventi periodici come il sorgere e il tramontare del Sole ai solstizi (figura 3.9).



Figura 3.7 – Diffusione dei Celti in Europa all'apogeo della loro civiltà III secolo a.C. (elaborazione di una vista da Google Earth):

- |              |               |               |
|--------------|---------------|---------------|
| A, Britanni; | B, Belgi;     | C, Elvezi;    |
| D, Galli;    | E, Cisalpini; | F, Celtiberi; |
| G, Pannoni;  | H, Senoni;    | I, Galati.    |

Tuttavia, anche se Stonehenge racchiude un notevole simbolismo di carattere astronomico, non è ancora chiaro se fosse davvero un luogo di studio dei fenomeni celesti, come sostengono molti studiosi, o fungesse solo come un calendario per le ricorrenze stagionali, come la semina e la raccolta del grano. Gli allineamenti fra le rocce non sono molto precisi, e spesso gli studiosi hanno elaborato delle teorie "a posteriori" per spiegare la posizione delle pietre (figura 3.10).

William Stukeley, uno studioso del 1700, avanzò l'ipotesi che Stonehenge fosse stato costruito dai Druidi<sup>8</sup> come tempio per il culto del serpente. Il simbolismo del serpente si ritrova spesso correlato alle eclissi, anche in altre culture antiche come quella cinese: durante l'eclisse un gigantesco serpente inghiottirebbe il Sole o la Luna [7].



Figura 3.8 – Stonehenge, sotto la neve (da Panoramio, foto di RamaReddy Vogireddy)



Figura 3.9 – Stonehenge al tramonto del solstizio di inverno (Clive Ruggles; [www.cliveruggles.net](http://www.cliveruggles.net))

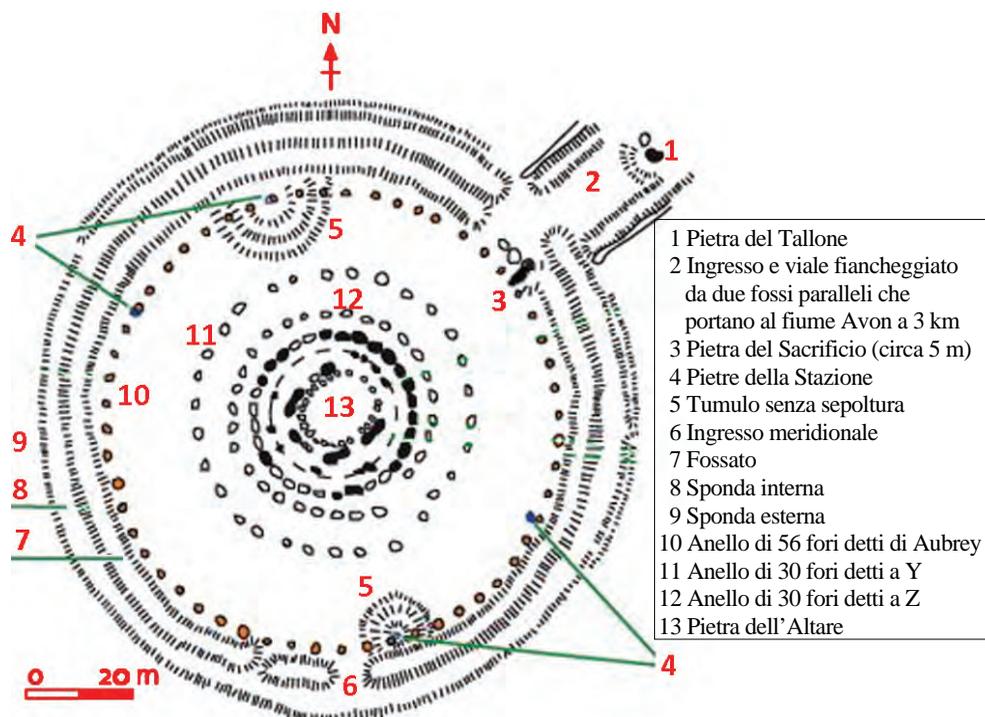


Figura 3.10 – Mappa del sito di Stonehenge. Elaborazione da Stonehenge and Ancient Astronomy - Royal Astronomy Society ([www.ras.org.uk](http://www.ras.org.uk))

### *Cerchio di Brodgar<sup>9</sup>*

È un cerchio di pietre neolitico situato sulle isole Orcadi, in Scozia. Il cerchio si trova su di un piccolo istmo tra i laghi di Stenness e Harray. Il centro del cerchio non è mai stato scavato dagli archeologi né è stato scientificamente datato, ma si crede che sia stato costruito intorno al 2.500 a.C. e quindi quasi contemporaneo del più famoso cerchio di Stonehenge e di molti altri sparsi per l'arcipelago britannico ed in generale per l'Europa.

Molti sono i motivi che si possono ipotizzare per la costruzione di questo grande sito, si può però affermare con certezza che queste strutture dovevano avere grande importanza nella vita della Comunità e avevano una funzione religiosa o rituale. Si ipotizza inoltre che potessero essere aree di osservazione astronomica, sia per tracciare la posizione degli astri nel cielo a seconda delle stagioni, il che veniva poi usato per le predizioni, sia probabilmente anche per calcolare il tempo che passa (figura 3.11).

Da studi effettuati anche su altri siti del genere, sembra ci sia un collegamento fra il movimento del Sole e quello della Luna attraverso il cielo, in particolare questo sito doveva essere un'area molto felice per l'osservazione dell'astro lunare. Un'altra teoria è che l'anello di Brodgar sia stato una zona dedicata al culto dei morti, mentre le pietre di Stenness, con il relativo focolare centrale, potevano rappresentare la vita. Sotto quest'ottica si possono immaginare processioni che da Stenness andavano a Brodgar come viaggio simbolico della vita verso la morte [22].

Scavi operati dall'Orkney College vicino al sito di Brodgar hanno portato alla luce molti edifici, sia rituali sia residenziali e si crede che ne restino altri da scoprire nelle vicinanze. In tali scavi oltre a ceramiche e ossa sono stati trovati utensili in pietra. Ma la scoperta più importante resta una grande parete di pietre, lunga circa 100 metri e alta 6 metri. Il muro, che sembra attraversare tutta la penisola su cui sorge il sito, potrebbe rappresentare una barriera simbolica tra il Cerchio, rappresentante il regno degli spiriti, e l'esterno, ovvero la terra dei viventi.



Figura 3.11 – Cerchio di Brodgar, Isole Orcadi, Scozia [22].

#### *Cerchio di Goseck*<sup>10</sup>

È una struttura neolitica sita presso Goseck (Burgenlandkreis, Sassonia-Anhalt, Germania). Il Cerchio è costituito da un insieme di fossati concentrici di 75 metri di diametro e da due palizzate sempre circolari con entrate in punti ben definiti. Si ritiene che sia il più antico osservatorio solare attualmente conosciuto in Europa. Le ricerche sul sito hanno messo in evidenza il fatto che in Europa, durante il Neolitico e l'Età del Bronzo, l'osservazione del cielo fosse molto più evoluta di quanto pensassero gli studiosi.

Nell'Europa preistorica, non tutti i luoghi adibiti a culto, o utilizzati a fini calendariali, o per osservazioni del cielo, erano realizzati con megaliti. Perfino a Stonehenge prima fu costruito un fossato con strutture lignee e solo successivamente si passò a utilizzare i megaliti.

Il Cerchio di Goseck è uno dei meglio conservati e, anche per questo, è il sito meglio esaminato rispetto ad altri simili realizzati, nella stessa regione, più o meno nel medesimo periodo (figura 3.12).

La cultura che ha realizzato il monumento è quella denominata della Ceramica decorata "a punzone" (frammenti di ceramica rinvenuti *in situ* hanno permesso di datare l'osservatorio al 4.900 a.C.). La maggior parte degli archeologi concorda sul fatto che il sito fu utilizzato per osservazioni solari e astronomiche. Si pensa che fosse utilizzato per calcoli calendariali e per armonizzare tra loro il calendario lunare e quello solare (più richiesto per usi pratici).

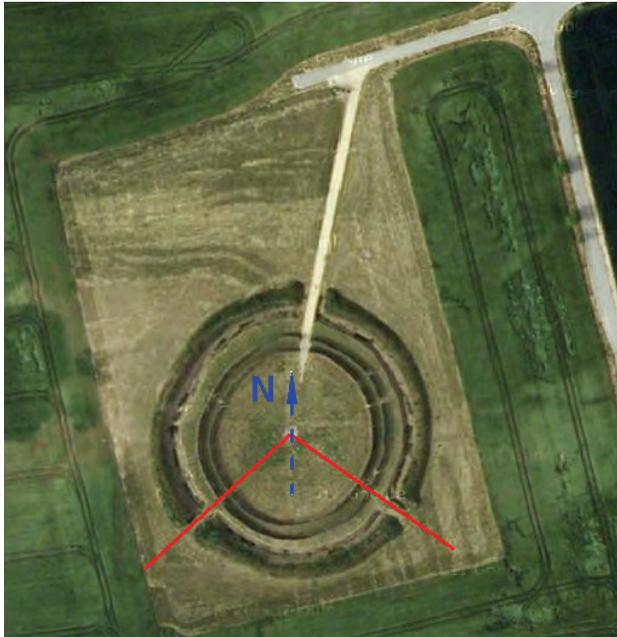


Figura 3.12 – Cerchio di Goseck: elaborazione di una vista da Google Earth. Le linee rosse indicano la direzione del Sole durante il tramonto e l'alba del solstizio d'inverno. La linea verticale blu indica il meridiano.

### 3.2.2 Il bacino mediterraneo

#### *Italia*

La tendenza a rappresentare soggetti e fenomeni naturali attraverso incisioni e pitture su rocce e pareti, è una pratica diffusa in ogni continente fin oltre il Paleolitico. Un ricco apparato di immagini dipinte sulle pareti delle sale più interne delle caverne, incise su lastre di pietra levigata, le immagini della caccia, gli uomini, le armi, ma soprattutto le grandi prede sono la prima grande produzione iconica significativa. Questo sistema di comunicazione sociale richiede una complessa organizzazione che va dal reperimento delle materie coloranti, alla loro preparazione, alla messa a punto di appositi strumenti pittorici o incisori, alla destinazione specifica di alcuni membri della comunità perché eseguano l'immagine o il ciclo delle decorazioni [24]. Magnifici esempi di arte rupestre, un termine che è forse riduttivo e che andrebbe sostituito con il più appropriato “cultura figurativa”, si possono osservare in svariate zone del territorio europeo, dalla Scandinavia alla Spagna, con notevolissime manifestazioni in Svizzera, Francia e Italia. Basti citare il complesso del monte Bego, nel sud della Francia, dove sono rappresentati oltre 100 mila simboli, e i petroglifi camuni della Val Camonica (Lombardia) con oltre 70 mila incisioni.

I petroglifi costituiscono un reperto estremamente importante per comprendere il pensiero di quegli uomini: possono infatti rappresentare una sorta di anello di congiunzione tra il loro mondo materiale e quello spirituale, tra la vita quotidiana e gli eventi naturali, spesso inspiegabili, primi fra tutti i vari fenomeni che si verificano in cielo [18].

Per quanto concerne il Sole un'abbondante documentazione è incisa sulle rocce della Val Camonica; in generale, la tipologia che si osserva è quella di un cerchio che può essere raggiato o no e spesso con un punto o una croce al centro, oppure una spirale. Considerando solamente i petroglifi presenti nella Val Camonica, abitata anticamente dalla popolazione dei Camuni, si possono riconoscere 22 tipi di simboli solari. Le rappresentazioni solari nei graffiti camuni si dividono grosso modo in due categorie. Alla prima appartengono i casi in cui il disco è disegnato in maniera simmetrica: l'oggetto rappresentato può allora essere effettivamente il Sole, oppure la Luna Piena, o entrambi durante un'eclissi. La seconda riguarda le rappresentazioni di tipo asimmetrico in cui al disco vengono aggiunti dei prolungamenti, cioè uno o più "raggi": in questi casi l'oggetto rappresentato potrebbe anche essere un altro corpo celeste, con un aspetto simile a quello fissato dall'artista camuno [18].

Agli inizi del 5.000 a.C. la popolazione camuna inizia ad aumentare sensibilmente anche grazie all'introduzione dell'agricoltura, che si aggiunge alla caccia e alla raccolta dei prodotti vegetali selvatici tipici del periodo proto-camuno, le cui incisioni rupestri si limitavano praticamente alla rappresentazione di animali [24] (figura 3.13).

Nei periodi camuno I e II A (5.000-3.000 a.C.), il simbolismo rupestre subisce una profonda modificazione artistica e ideologica (figura 3.14).

Accanto alle numerose figure antropomorfe in atteggiamento di preghiera, con le braccia aperte (oranti) verso il cielo, si moltiplicano e frammistano i simboli solari e celesti (piccoli cerchi, dischi concentrici) a figure di animali. Inoltre vengono scavate nella roccia numerose coppelle, piccole cavità a forma di coppa, che fanno pensare a riti di offerta [18, 24].



Figura 3.13 – Scena di caccia al cervo. Roccia 12, Parco archeologico comunale di Seradina-Bedolina, Capo di Ponte, Val Canonica. Foto di Luca Giarelli (Wikimedia Commons).

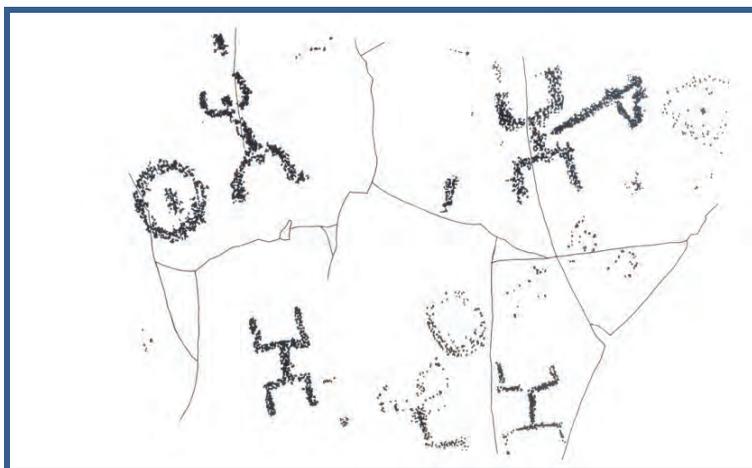


Figura 3.14 – Fappe di Nadro, Val Camonica (Italia). Antiche figure antropomorfe e simboli (V millennio a.C.) (da [4], p. 155).

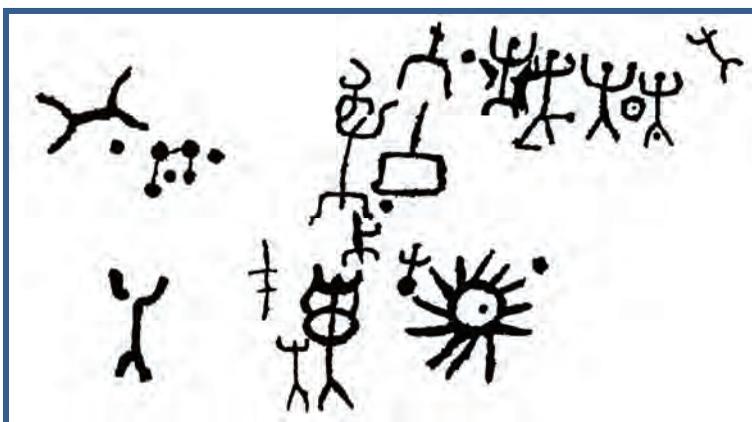


Figura 3.15 – Coren del Valento, Val Camonica (Italia). Incisione rupestre di gruppo ad economia complessa. Il pannello, col suo disco raggiante, sembra rappresentare una scena del culto solare. Periodo Neolitico (4.000 a.C. circa) (da [4], p. 141)

Verso il 3.800 a.C., inizio del periodo camuno II A, compare la coppia di buoi attaccata all'aratro. Questo periodo è particolarmente ricco di figure di oranti, spesso rappresentate in gruppi e accompagnate da simboli solari; si moltiplica la raffigurazione della paletta<sup>11</sup>. Idoli e palette sono accompagnati da dischi solari (figura 3.15).

È importante osservare che i gruppi di oranti sono incisi su piattaforme rocciose situate in direzione del sorgere del Sole, verso il quale essi alzano le braccia. D'altra parte sono presenti anche incisioni idoliformi, alcune delle quali alte due metri, che divengono più numerose nel corso del IV millennio a.C.

Altro motivo di culto del Sole, degno di nota, è quello rappresentato dalle statue-stele dell'Italia settentrionale, della Francia meridionale e della Svizzera. Questi monumenti

sono di due tipi: le statue-stele che presentano una figura antropomorfa e le statue menhir, monoliti che recano una identica decorazione rupestre. Per quanto riguarda le statue-stele la loro decorazione, nella zona alpina italiana (figura 3.16), è spesso divisa in tre fasce. Quella che più ci interessa, in alto, raccoglie un insieme di simboli: un grande disco raggiate con accanto due dischi più piccoli, che starebbero a simboleggiare il cielo, la luce e il calore [24]. In basso sono rappresentati simboli della fecondità, della fertilità e della ricchezza, al centro delle armi; l'insieme fa pensare ad una entità divina. La presenza di un simbolismo solare nell'area camuna, caratterizzato dagli oranti davanti al Sole e da una serie di simboli solari, fa pensare a possibili influenze del culto astrale forse di fonte indoeuropea, gli indoeuropei probabilmente giunsero nelle valli alpine intorno al 3.200 a.C.



Figura 3.16 – Stele di Bagnolo-Malegno (Val Camonica). Scene di vita agreste sormontate dal Sole (da [18], p. 33).

Una nuova scoperta, inoltre, fa della cosiddetta Roccia del Sole (Paspardo Val Camonica sito in località Plas), probabilmente, la più antica “meridiana stagionale” europea (fig. 3.17), essa costituisce una innovazione nell’interpretazione di questo tipo di incisioni, dal momento che fino a pochissimo tempo fa queste erano relegate unicamente alla sfera espressiva e artistica dell’uomo dell’antichità, essendo interpretate come rappresentazioni del Sole o di divinità ancestrali femminili con ornamenti. Questo nuovo studio rivela invece un uso più pratico delle incisioni, cioè la possibilità per gli uomini dell’antichità di misurare con esse la posizione degli astri nel cielo, e quindi lo scorrere del tempo e delle stagioni. Ma rivela soprattutto una profonda conoscenza del cielo, dovuta a una costante pratica osservativa [8].



Figura 3.17 – Paspardo Val Camonica sito in località Plas. Il grafo della Roccia del Sole, consiste in tre cerchi concentrici affiancati da due più piccoli ai lati e tre serie di linee divergenti disposte secondo angoli variabili da 32 a 28,5 gradi (disegno da fotografia - da [8], p.4). A destra: il particolare del Sole (rilievo P. Barale 1999). Secondo recenti studi il grafo potrebbe non essere un Sole ma una sorta di “meridiana” preistorica.

### *Grecia*

All’inizio del II millennio a.C. invasori indoeuropei penetrano nel mondo elladico, dove vengono in contatto con popolazioni che perpetuano i culti neolitici di fertilità. Verso il 1.580 a.C. ha inizio la brillante civiltà micenea, destinata a durare fino al 1.100 a.C. Civiltà (importata e stimolata da una seconda ondata di immigrazione indoeuropea) sviluppatasi dalla fusione di antiche credenze mediterranee con altre indoeuropee e con l’influsso minoico.

La cosmogonia dei Greci trae origine da un intricato complesso di miti, si precisano le figure di grandi divinità, sorgono spettacolari santuari. Nelle allegorie e nei miti sono presenti i grandi sconvolgimenti atmosferici e in particolare il grande diluvio dell’antichità che trova ampia descrizione [3, 24].

Dall’antica Grecia provengono anche le prime notizie di un’altra visione delle cose in cui il Sole è considerato un oggetto della natura fisica; l’ipotesi più antica è forse quella attribuita a Senofane di Colofone (580/577 - 488/485 a.C.) che vedeva nel Sole un’*esalazione* o nube infuocata.<sup>12</sup>

### *Turchia*

Göbekli Tepe<sup>13</sup> è un sito archeologico presso la città di Sanliurfa nell’odierna Turchia, presso il confine con la Siria, risalente all’inizio del Neolitico (Neolitico preceramico A) o alla fine del Mesolitico (figura 3.18). Qui è stato rinvenuto il più antico esempio di tempio in pietra (11.500-8.000 a.C. circa), la cui erezione dovette interessare centinaia di uomini nell’arco di tre o cinque secoli. Le più antiche testimonianze architettoniche note in precedenza erano le *ziquurat* babilonesi<sup>14</sup>, datate 5.000 anni più tardi (figura 3.19). Gli scavi hanno messo in luce un santuario monumentale megalitico, costituito da una collina artificiale delimitata da muri in pietra grezza a secco.



Figura 3.18 – Santuario monumentale di Göbekli Tepe: a sinistra gli scavi (Panoramio, foto di Ayşe Karadağ); a destra una ricostruzione 3D ([http://www.urgeschichte.org/DieBeweise/GobekliTepe/Gopekli\\_Tepe\\_BdW\\_2003-05\\_700px.jpg](http://www.urgeschichte.org/DieBeweise/GobekliTepe/Gopekli_Tepe_BdW_2003-05_700px.jpg)).

Sono inoltre stati rinvenuti quattro recinti circolari, delimitati da enormi pilastri in calcare pesanti oltre 10 tonnellate ciascuno, probabilmente cavati con l'utilizzo di strumenti in pietra. Sono state riportate in luce circa 40 pietre a forma di T, che raggiungono i 3 m di altezza. Per la maggior parte sono incise e vi sono raffigurati diversi animali (serpenti, anatre, gru, tori, volpi, leoni, cinghiali, vacche, scorpioni, formiche). Nella roccia sono anche presenti raffigurazioni di forme falliche, che forse risalgono ad epoche successive, trovando confronti nelle culture sumere e mesopotamiche (siti di Byblos, Nemrik, Helwan e Aswad).

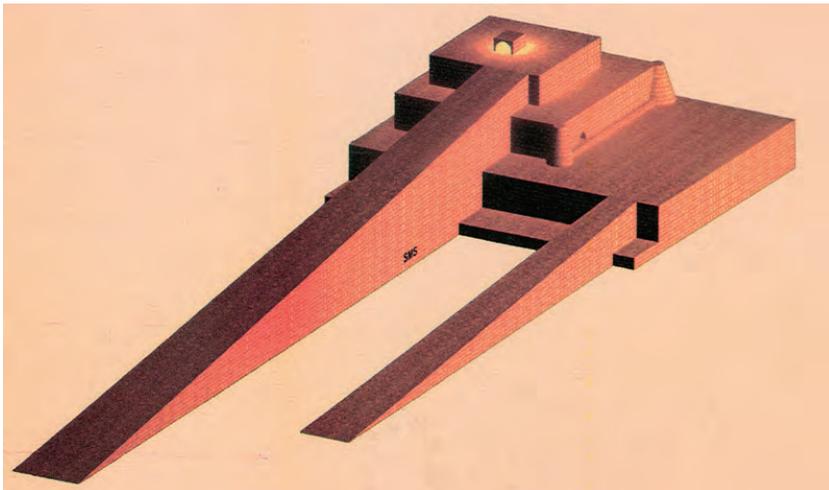


Figura 3.19 – Rappresentazione CAD-3D della ziqqurat di Sialk (Iran), ottenuta da evidenze archeologiche da Sadegh Malek Shahmirzadi. (Fotografia di Zereshk, Wikimedia Commons).

### *Mesopotamia*

Durante il V millennio a.C. nei villaggi di Muallafat e di Jarmo le prime manifestazioni artistiche sono già legate alla religione. Durante il regno assiro antico il dio supremo fu Asur, divinità solare, distruttore dei nemici del suo popolo, altra divinità fu Adad dio della pioggia e della tempesta che troviamo rappresentato in un bassorilievo dell'VIII secolo a.C. Le divinità astrali rischiarano e illuminano gli uomini e la Terra, distribuiscono luce e calore, segnano i ritmi della natura. La vita terrestre è considerata un semplice riflesso della vita celeste: da qui nasce l'importanza dell'astrologia, intesa come scienza tramite fra il destino degli uomini e la volontà degli dèi. Il dio-Sole sumero-accadico Shamash ha come simbolo la ruota a quattro raggi, talvolta fiammeggiante, intorno a cui si irradiano e si intrecciano i raggi solari. Dio-luce, dio della giustizia viene talvolta rappresentato nella forma di un uomo assiso in trono, coperto dal mantello regale, con un bastone nella mano destra e un alone luminoso intorno al capo. Fin dall'epoca più arcaica gli dèi sono rappresentati in forma umana: questo antropomorfismo è destinato a durare per tutti i tre millenni della vita religiosa sumero-babilonese. Il Sole fin dai tempi antichissimi fu adorato come supremo dispensatore di energia e di vita sulla Terra, successivamente avvenimenti politici influirono sul suo culto che pertanto subì un temporaneo affievolimento. Nei primi decenni del IX secolo a.C. tale culto fu solennemente restaurato da Nabû-Apal-Idina re dell'ottava dinastia babilonese. In una bellissima tavoletta di argilla, risalente a tale periodo, conservata presso il British Museum di Londra si vede il dio Sole seduto su uno sgabello avente forma di un disco raggianti. Già intorno al 4.000 a.C. in terra mesopotamica si fecero i primi tentativi per creare un calendario e determinare la successione dei mesi nel ciclo delle stagioni, ciò posto in relazione con gli eventi meteorologici doveva servire a regolare i lavori agricoli. L'interesse per i fatti del cielo indusse gli abitanti della Mesopotamia a considerare attentamente i fenomeni dell'atmosfera e la larga diffusione del culto di importanti divinità ne sono testimonianza. Di origine assiro babilonese sono sia la descrizione di molti segni profetici del tempo sia i vari proverbi meteorologici, dedotti dalle osservazioni di appariscenti fenomeni del cielo e dell'atmosfera [3, 24].

### *Egitto*

La religione e i miti cosmogonici egiziani ebbero aspetti assai diversi fra loro, spesso legati a vicende politiche. Il sentimento di riconoscenza, tuttavia, è il filo conduttore che lega questo popolo verso gli dèi che con la stabilità del clima, il regolare andamento delle stagioni e le periodiche piene del Nilo assicuravano una florida agricoltura e un diffuso benessere. Gli egizi credono in dèi personali e potenti, un dio primordiale ha creato gli dèi e gli uomini, messo ordine nel caos delle origini. Ogni dio è una potenza incarnata in una forma particolare. Il Sole, con il suo benefico influsso, assunse diversi nomi<sup>15</sup> ed ebbe culti diversi, secondo che lo si volesse celebrare come: sorgente di calore, causa prima di tutti i fenomeni meteorologici, fonte di vita e di luce o principio di ogni bontà. Fu esaltato in templi, incisioni, monumenti, fu rappresentato in diverse forme, ma su tutte prevalse la sfera o disco luminoso avente numerosi raggi terminanti a forma di piccole mani, destinate ad accarezzare e proteggere gli uomini (figura 3.20). Sin dai tempi più antichi dell'epoca storica si ebbero culti solari a Eliopoli (nei pressi del Cairo), a Menfi, a Ermopoli, ecc. [3, 24].



Figura 3.20 – Ekhénaton e Néfertiti, è visibile la rappresentazione di Aton (divinità solare) come Sole raggiante con piccole mani – Museo Egizio del Cairo. (Foto di Gérard Duch da <http://it.wikipedia.org/wiki/File:GD-EG-Caire-Mus%C3%A9066.JPG>, Wikimedia Commons)

### 3.2.3 Nord Africa

La cultura Ibero-Maurusiana, nota anche come Oraniana (dal nome del vicino sito di Oran) sviluppò una industria litica<sup>16</sup> che si diffuse da un capo all'altro delle regioni costiere del Nord Africa tra il 15.000 e il 10.000 a.C.

Fra 10.000 e 6.000 a.C., circa, appare la cultura Capsiana<sup>17</sup> che mostra segni di appartenenza al Neolitico, essa iniziò influenzando quella Ibero-Maurusiana e dopo circa il 3.000 a.C. i segni di questa cultura umana possono essere trovati da un capo all'altro delle suddette regioni.

La civiltà neolitica (caratterizzata da agricoltura di sussistenza e da addomesticazione di animali) che si sviluppò nel Sahara e nel Nord Africa mediterraneo fra il 6.000 e il 2.000 a.C., è successiva a quella della Mezzaluna Fertile. Questo tipo di economia, così riccamente descritta nelle grotte dipinte di Tassili n'Ajjer, predominò in Nord Africa fino al periodo classico (figura 3.21).

I dipinti delle grotte di Tassili n'Ajjer, a nord di Tamanrasset nel sud-est algerino, e di altri siti mostrano scene di vita di tutti i giorni nelle regioni centrali del Nord Africa durante il periodo neolitico subpluviale<sup>18</sup>. Essi furono realizzati da un popolo di cacciatori, nel periodo capsiano dell'era neolitica, che viveva in una regione a savana piena di bufali giganti, elefanti, rinoceronti e ippopotami, animali non più presenti in queste aree ora desertiche. Le pitture forniscono la più completa documentazione della cultura preistorica africana. Varie popolazioni di pastori hanno lasciato pitture di vita selvaggia, animali addomesticati, carri, e una complessa cultura che data almeno 10.000 anni a.C. nel nord del Niger e nelle zone confinanti di Algeria e Libia. Parecchi antichi villaggi e siti archeologici del Niger del nord

datano dal periodo del “Sahara Verde” (dal 7.500-7.000 a circa il 3.500-3.000 a.C.).

Durante il Neolitico subpluviale condizioni ambientali miti e fertili consentirono l'incremento degli insediamenti umani nella valle del Nilo in Egitto, così come società neolitiche in Sudan e da un capo all'altro dell'odierno Sahara. In questo periodo fiorirono culture che produssero arte rupestre di pregevole qualità. Nell'Egitto preistorico gli insediamenti neolitici appaiono all'incirca dal 6.000 a.C. [23]. Altre regioni africane svilupparono, indipendentemente, l'agricoltura all'incirca nello stesso periodo: altopiano etiopico, il Sahel e l'Africa Occidentale [11]. In Egitto, l'inizio dell'Età del Bronzo è convenzionalmente identificato con il periodo predinastico successivo alla cultura neolitica Naqada<sup>19</sup> (circa 3.200 a.C.).

L'amalgama di popoli del Nord Africa, durante l'Età del Ferro, formò una popolazione di nativi che presero il nome di Berberi. Mentre l'Egitto, come parte del più ampio antico Vicino Oriente, entrò nella storia fin dall'Età del Bronzo, il Maghreb<sup>20</sup> rimase nella preistoria per un periodo molto più lungo, fino a quando, nel VII secolo a.C., coloni fenici e greci si stabilirono lungo le coste del Mediterraneo.

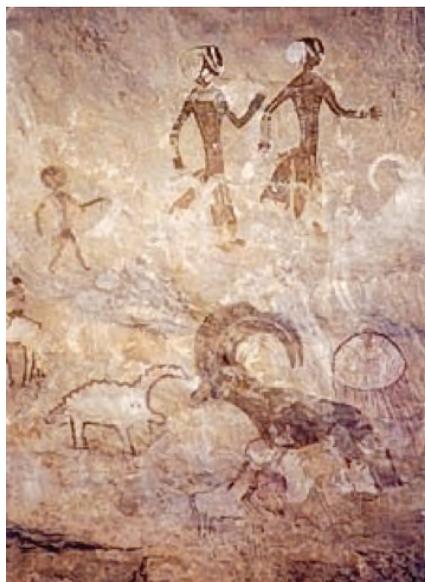
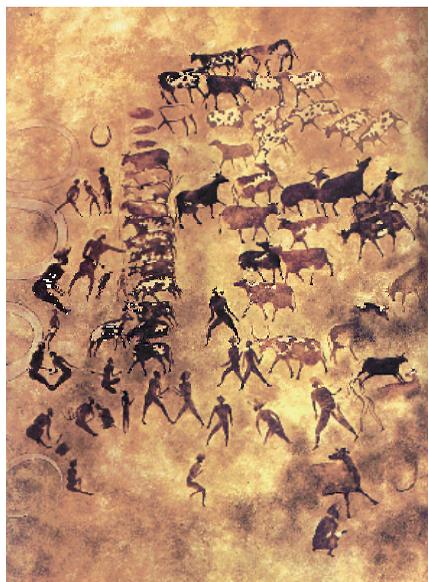


Figura 3.21 – Pitture rupestri di Tassil-n-Ajjer, regione del Sahara algerino. (da: Katherine Bolman *The Applied History of Art and Architecture Educational Foundation* [http://web.me.com/kbolman/Africa/10,000\\_WestAfrica.html](http://web.me.com/kbolman/Africa/10,000_WestAfrica.html))

### *L'animismo attuale*

L'animismo<sup>21</sup> è ancora presente nell'Africa Nera<sup>22</sup> (figura 3.22) in due terzi della popolazione. La concezione dell'esistenza, pur nelle differenze locali, ha come tratto comune il riconoscimento di una forza vitale permeante l'intera natura, dalla quale l'individuo e il gruppo ricevono l'energia necessaria alla sopravvivenza. Le concezioni

religiose animiste sono classificabili in:

- cosmogonie uraniche<sup>23</sup>, popoli dediti alla pastorizia e alla caccia quali ottentotti e nilotici-camitici;
- cosmogonie ctonie<sup>24</sup>, popoli dediti all'agricoltura quali i gruppi bantù;
- cosmogonie tendenzialmente monoteistiche, quali i gimei.

La cultura animista è permeata da un forte simbolismo che richiede non tanto comprensione razionale quanto partecipazione emozionale: l'oggettivazione di questo processo è la maschera.

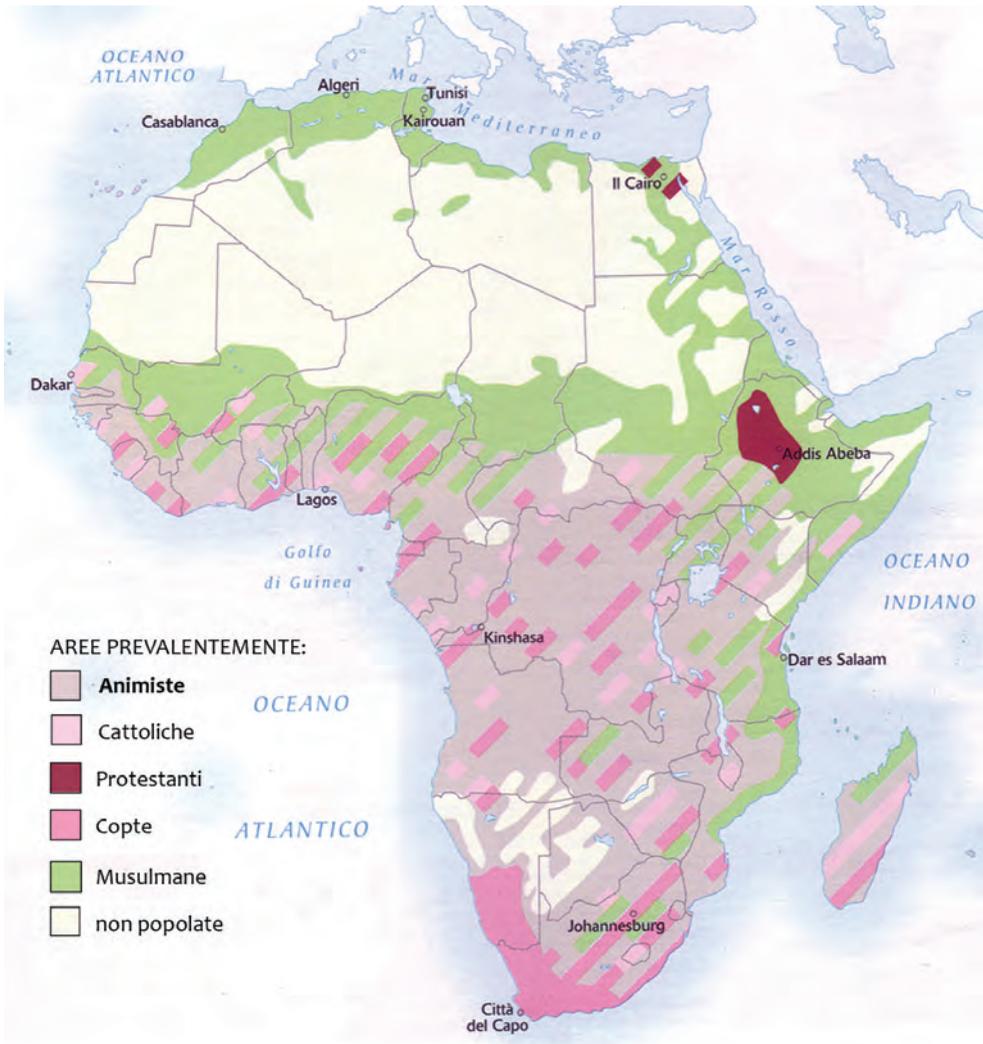


Figura 3.22 – Circa 2/3 della popolazione dell’Africa Nera è di religione animista (da [2], riproduzione autorizzata).

In questo continente l'elemento di ordine culturale primitivo, avente relazione con i fenomeni naturali e in particolare quelli atmosferici, è, più che il mito, una concezione magico-religiosa da cui scaturisce un'arte posseduta dagli stregoni, capace di influire sull'atmosfera. Vi sono anche divinità che presiedono a vari eventi meteorologici rappresentate in atteggiamenti simbolici, che definiscono l'andamento delle stagioni e l'abbondanza dei raccolti. A volte, più delle divinità, sono i defunti ad avere poteri soprannaturali e gli stregoni con l'aiuto di amuleti e con riti tribali sono in grado di evocarli a favore delle tribù.

### 3.2.4 L'oriente

#### *India*

Le prime tracce di presenza umana in India, risalenti a 10.000 anni fa, si trovano incise nelle rocce di Bhimbetka (India Centrale, figura 3.23). Desto meraviglia il fatto che dopo numerosi millenni le figure appaiono ancora in ottimo stato di conservazione, ciò, probabilmente, è dovuto al fatto che le immagini si trovano in nicchie nascoste o nelle parti più interne delle caverne, protette dagli agenti atmosferici.

Nel sub-continente indiano la ricchezza di teorie e di pratiche religiose si può dividere in cinque fasi di cui la più antica è quella prevedica. Della religione prevedica si è venuti a conoscenza solo dopo il 1921 in seguito a una progressiva serie di scavi condotti in un centinaio di località indiane tra cui Mohenjo-Daro e Harappa. La religione prevedica era fondata sulla relazione tra l'uomo e una divinità dispensatrice di vita. Considerata come un dono della dea madre, figura centrale, la vita resta sotto la protezione della divinità in qualsiasi forma si manifesti. Sconvolta e turbata dalla invasione di popolazioni nomadi arie<sup>25</sup> che distruggono le città indiane alla fine del II millennio a.C. la religione prevedica cede il posto alla religione dei



Figura 3.23 – Pitture rupestri di Bhimbetka (India Centrale) risalenti a circa 10.000 anni fa (Fotografia di L. Burdak, Wikimedia Commons).

Veda, libri sacri in lingua sanscrita del periodo 1.000-600 a.C. Per tutto il II millennio la tradizione religiosa ariana viene trasportata e diffusa a opera di questi gruppi nomadi che intensificano la loro penetrazione in territorio indiano. La tradizione orale viene fissata e messa per iscritto fin dal I millennio a.C. e questo permette di avere una serie di testi destinati al culto e alla preghiera del pantheon vedico. Le divinità più antiche dei Veda furono gli elementi della natura, principalmente il Cielo, il Sole, la Terra, il Fuoco e l'Aria, di quest'ultima particolare importanza era rivolta al vento, alla tempesta e alla pioggia. Tra tutte queste figure Agni è il dio del fuoco e del culto, protegge sia il focolare domestico sia il fuoco celeste dei sacrifici; egli ha l'incarico di stabilire contatti tra gli dèi e gli esseri umani. La simbologia del fuoco, fondata sulla credenza della fondamentale identità del fuoco terrestre e del fuoco celeste, dove il Sole e il fulmine occupano un posto molto importante, è destinata a segnare il pensiero e il culto indoeuropeo [3, 24].

### *Cina*

In Cina le credenze cosmologiche furono complesse; i fenomeni e le forze naturali, ostili o favorevoli agli uomini, furono rappresentate rispettivamente da demoni o da divinità. Durante l'antica dinastia Shang (1.500 - 1.050 a.C.) il principio che regge l'universo è il Tao, dominatore dall'alto dei cieli è Shang-ti che dai quattro punti cardinali regola gli eventi atmosferici. Durante la successiva dinastia Chou (IX secolo a.C.) una teoria cosmogonica, fu quella detta dei due principi, del Sole (Yang) e della Luna (Yin) dai loro rapporti avevano origine i fenomeni naturali, compresi gli eventi meteorologici, e le stagioni. Più tardi il cielo e la terra vennero simbolicamente rappresentati con blocchi di giada, rispettivamente di forma circolare e quadrata (V- III secolo a.C.) [3].

### *Giappone*

Il culto politeistico giapponese della natura si allaccia alla cosmologia cinese con cinque elementi fondamentali dell'universo: il cielo, l'aria, la terra, l'acqua e il fuoco. Una immagine simbolica di tali elementi è personalizzata nella pagoda a cinque tetti sovrapposti. Nello shintoismo primitivo i fenomeni naturali erano la manifestazione dei Kami, divinità o spiriti superiori che abitavano la terra e l'aria e che successivamente diventano le incarnazioni del Buddha (Lumbini, Nepal 566 a.C. – Kuśināgara, India 486 a.C.). In una mitologia shintoista successiva, la dea del Sole (Amaterasu) che illumina il cielo è la progenitrice degli imperatori. Questo legame divino con la natura pervade anche oggi lo spirito del Giappone. La necessità di comunicare con il variare del tempo, con il ritmo delle stagioni ha influenzato i giapponesi nella costruzione delle loro dimore. Queste, infatti, sono case che si aprono al Sole, al vento, al caldo, al freddo, al secco, all'umido, case che non devono difendere i loro abitanti da una natura nemica, ma, invitare la natura amica a mescolarsi alla vita quotidiana dei loro abitanti [3].

### **3.2.5 America**

Ci troviamo di fronte ad un continente culturalmente abbastanza omogeneo fino al Paleoamericano superiore, ma che fra l'8.000 e il 2.000 a.C. cioè nel preceramico, comincia a modificare le proprie culture principalmente lungo la fascia geografica tra i due tropici. Con il periodo di transizione climatica, compreso fra l'8.000 e il 5.000 a.C., il cambiamento ecologico fu risentito prevalentemente nelle regioni subtropicali e tropicali, tanto che gli indigeni dovettero, per sopravvivere, trovare un'alternativa alla caccia, che era stata la

principale fonte di sostentamento del Paleoamericano. Nasce così l'agricoltura e l'uomo, oltre a procurarsi il cibo, può dedicarsi ad attività sociali e spirituali. La popolazione ebbe così modo di concretizzare la propria unità di clan e di onorare le divinità che permettevano loro di ottenere il cibo dalla caccia, dalla pesca e dalla sacra Terra. Si originano due culti<sup>26</sup>:

- pan-mesoamericano, il culto Olmeco, con il tema felino-uomo;
- pan-peruviano, il culto Chavin, con il tema felino-rapace, serpente-uomo.

#### *La regione dei "Four Corners"*

È la principale zona preistorica degli Stati Uniti, in questa regione (dei quattro Cantoni detta anche Colorado Plateau) si incontrano le attuali frontiere dell'Arizona, Nuovo Messico, Utah e Colorado (figura 3.24); i popoli preistorici che l'hanno abitata possono essere schematicamente indicati come:

- Paleo-Indiani, data di arrivo incerta fino a 6.500 a.C.
- Desert Archaic o Cochise da 6.500 a 1.200 a.C.
- Anasazi da 1.200 a.C. a 700 d.C.
- Pueblo da 700 d.C. ad oggi



Figura 3.24 – La principale zona preistorica degli Stati Uniti è a sud-ovest e comprende la regione dei *Four Corners* e del *Carizo Plane* (elaborazione da Google Earth).

Il clima desertico delle zone abitate da queste popolazioni ha preservato molti degli insediamenti e delle manifestazioni artistiche di queste popolazioni preistoriche in particolare nella zona del Great Basin che domina il fiume Santa Clara a pochi chilometri da San George (Utah) [28].

L'archeologo Jesse D. Jennings<sup>27</sup> ha affermato che “da 10.000 a più anni fa, fino al 400 d.C. la cultura più rappresentativa del Great Basin è quella del Desert Archaic. Questo fu un popolo di cacciatori-raccoglitori, il cui stile di vita ha maggiormente caratterizzato la storia della diffusione dell'uomo sulla Terra”.

Nell'intorno del 1.200 a.C. nella stessa zona inizia a insediarsi il popolo degli Anasazi.

La cultura Anasazi si sviluppò nel sud-ovest degli Stati Uniti, molto prima dell'arrivo dei bianchi, e ha lasciato una quantità di testimonianze archeologiche che ancor oggi si possono ammirare nel territorio dei *Four Cornes*.

Il centro più importante di questa cultura si trova nel Chaco Canyon ove esistono tuttora numerosi villaggi in pietra, chiamati Le Grandi Case dotate di innumerevoli *kiva*, cioè di luoghi sacri nei quali i nativi si radunavano per i loro riti (figura 3.25).

Anasazi Ridge è un sito di arte rupestre in cui sono presenti parecchie centinaia di petroglifi sui massi di arenaria che si trovano sulla cima di una parete rocciosa, alta circa 80 metri, che si estende, in direzione nord-sud nei pressi di San George (Utah). Recenti scavi (2006) hanno messo in luce pareti di edifici, probabilmente Anasazi, lungo la sommità del *ridge* (cresta).

I petroglifi sono stati trovati come elementi isolati, in piccoli gruppi e in gruppi molto numerosi, sulle superfici rocciose più ampie, senza, o con piccole, sovrapposizioni delle immagini.



Figura 3.25 – Chaco Canyon, alcuni petroglifi enigmatici potrebbero essere stati fatti in periodi di tempo diversi (foto di Alex Marentes, Wikimedia Commons).

#### *Carrizo Plain - Painted Rock*

Il *Carrizo Plane* è una grande pianura nell'entroterra a circa 80 km a ovest di Bakersfield in California. La pianura è compresa tra il gruppo montuoso Tumbler Range ad est e il gruppo montuoso Callente Range a ovest.

*Painted rock*, nel Carrizo Plane, è il monumento meglio conservato della cultura Chumash. La roccia è una formazione di arenaria marina di circa 80 metri di lunghezza per 90 metri di larghezza e 15 di altezza, a forma vagamente a ferro di cavallo, ed è scura all'esterno e chiara nella parte interna, più protetta contro gli agenti atmosferici. Questa duna di sabbia marina fossilizzata si è formata quando la pianura del Carrizo fu sommersa da un mare poco profondo durante il Miocene inferiore, circa 20 milioni di anni fa.

L'evidenza archeologica che scaturisce dai villaggi del sito indica che il popolo Chumash arrivò nella pianura del Carrizo circa nel 2.000 a.C., per poi abbandonarla nell'intorno del 600 d.C. La ragione dell'abbandono non è stata ancora chiaramente compresa, la teoria prevalente indica come causa dell'allontanamento dal sito i frequenti allagamenti della pianura. I Chumash hanno lasciato formidabili pittogrammi nelle nicchie naturali e nelle piccole grotte degli affioramenti di arenaria in tutto il Carrizo. Particolarmente ben conservati, poiché più protetti, sono i pittogrammi tracciati nell'area centrale dell'incavo della *Painted rock* (figura 3.26). I pigmenti usati sono rosso, nero e bianco e più raramente giallo, verde e blu.



Figura 3.26 – Painted rock è il monumento meglio conservato, nel Carrizo Plane, della cultura Chumash (foto di John Wiley, Wikimedia Commons).

I disegni venivano eseguiti con rudimentali pennelli ma molto più spesso con le dita intinte nel colorante. La pittura Chumash presenta prevalentemente piccoli elementi, figure a motivi circolari e complessi pannelli con pitture rosse, nere e bianche (si veda anche la figura 3.2). Nella pianura del Carrizo sono presenti anche monumenti con petroglifi che spesso sono di difficile individuazione poiché tracciati su pietra arenaria chiara. Uno svantaggio dei pittogrammi rispetto ai petroglifi è che i primi si deteriorano più facilmente, per l'esfoliazione naturale della pietra arenaria, a causa dell'esposizione alla pioggia e al vento.

#### *Perù e America Centrale*

Avendo risolto il problema del cibo quotidiano è probabile che l'uomo della costa abbia potuto dedicarsi ai problemi spirituali e religiosi prima delle contemporanee società degli altipiani (ed eventualmente comunicarli a queste per mezzo delle vie commerciali). Infatti dagli insediamenti costieri di Huaca Prieta (2.500 a.C.) in Perù ci provengono,

conservati dall'aridità del clima, i primi simboli religiosi: il serpente rana raffigurato su di un prezioso tessuto e il felino-uccello rapace inciso su una zucca.

Verso il 1.300 a.C. nasce una forza religiosa che a partire dal 1.200 circa unifica il Perù. Ci stiamo riferendo alla forza religiosa e alla civiltà Chavin che ne deriva e che prende il nome dal sito archeologico di Chavin de Huantar, su gli altipiani settentrionali del Perù. Si perfezionano le conquiste della cultura materiale e ne vengono apportate delle nuove: appaiono i primi oggetti d'oro lavorati per martellamento, la tessitura si fa più complessa, la ceramica diventa cerimoniale.

Le origini delle civiltà precolombiane, antiche e medie, del Messico, Guatemala, Honduras, sono poco conosciute. Le prime testimonianze si hanno con la cultura Tolteca<sup>28</sup> che si era sovrapposta a quella di Teotihuacán (Messico), raffinata ma già in decadenza, portando nelle manifestazioni artistiche, uno stile scarno ed esuberante e con il gusto per le grandi costruzioni.

Della cultura di Teotihuacán, attraverso le due grandi piramidi dedicate al Sole e alla Luna [3] si può conoscere l'esistenza di un culto solare. La Piramide del Sole è la seconda per grandezza tra le piramidi del "nuovo mondo"; la facciata principale è orientata verso il punto esatto in cui tramonta il Sole nel giorno del solstizio d'estate, e ciò conferma l'ipotesi che a Teotihuacán il culto del Sole avesse particolare importanza.

Gli Aztechi veneravano il dio Sole Tonatiuh, i Maya Itzamná e gli Inca Inti.

### **3.2.6 Australia**

La preistoria dell'Australia è il periodo tra il primo insediamento umano del continente e il primo avvistamento certo dell'Australia da parte degli europei nel 1606, col quale inizia una consistente documentazione su quel continente. Questo periodo può essere stimato fra 60.000 e 40.000 anni fa, ed è riferibile più alla preistoria che alla storia a causa della scarsità di documenti sugli eventi umani in Australia antecedenti a questo contatto.

Potere politico e religioso dipendono dagli anziani, piuttosto che da capi ereditari, che governano con un complesso sistema di leggi tribali che contemplan vendette e faide.

La cremazione dei cadaveri fu praticata fin da 25.000 anni fa, probabilmente prima che in ogni altro luogo sulla Terra. Il più antico grafito nelle grotte Koonalda<sup>29</sup> (Nullarbor Plain<sup>30</sup>), è stato datato a 20.000 anni fa (figura 3.27).

#### *L'animismo attuale*

L'animismo è assai diffuso fra le popolazioni autoctone che vivono nella regione continentale dove si estendono ampi deserti. Fondamentale è il culto collettivo degli antenati-totem<sup>31</sup> esistenti in una dimensione extra terrena ma agenti tramite le forze naturali (figura 3.28).

Miti, antichi di millenni, riportano a primitivi sistemi cosmologici che spiegano l'esistenza dell'universo [3]. In alcuni di essi ci si riferisce al Sole come un "padre" o un "fondatore" della tribù e i capi tribali sono considerati eredi diretti del dio Sole.



Figura 3.27 – Koonalda Cave, Nullarbor Plain, Sud Australia, 25.000 – 14.000 a.C. "disegni geometrici tracciati con le dita su morbida pietra calcarea (R. Edwards)". Photo © Wright, R. V. S. (ed.). 1971. *Archaeology of the Gallus Site, Koonalda Cave*. Canberra: Australian Institute for Aboriginal Studies: plate, back cover.



Figura 3.28 – Australia, Tasmania e Nuova Zelanda. La maggior parte dell’Australia centrale e del nord è abitata da popolazioni animiste o con credenze tradizionali (elaborazione da [2], riproduzione autorizzata).

### 3.3 Note

---

<sup>1</sup> Mircea Eliade (1907-1986), scrittore rumeno, è stato uno storico delle religioni.

<sup>2</sup> Ierofania, termine proprio della storia delle religioni che designa la "manifestazione del sacro".

<sup>3</sup> La cultura di Ozieri (o di San Michele) fu una cultura prenuragica che si sviluppò in tutta la Sardegna durante un periodo di tempo che va dal 3.200 a.C. al 2.800 a.C. Il suo nome deriva dalla località in cui sono state rinvenute le testimonianze più importanti e precisamente in una grotta chiamata di San Michele, presso la cittadina di Ozieri nella Sardegna settentrionale.

<sup>4</sup> Tamgaly è un sito archeologico che si trova a circa 170 chilometri a nordovest di Almaty, in Kazakistan, noto per le sue incisioni rupestri. La maggior parte dei petroglifi si trova nel canyon principale, ma alcuni di essi sono stati incisi nelle vallate secondarie. Le incisioni rupestri di Tamgaly risalgono per la maggior parte all'Età del Bronzo; alcune di esse sono però state ricoperte da incisioni più tarde, di epoca medievale o successiva.

La parola Tamgaly in lingua kazaka significa luogo dipinto o segnato. Nel 2004 il sito è stato incluso nell'elenco dei Patrimoni dell'umanità dell'UNESCO.

<sup>5</sup> La cultura di Hallstatt è stata una cultura dell'Europa centrale dell'Età del Bronzo e degli inizi dell'Età del Ferro. Prende il nome dalla cittadina di Hallstatt, nei pressi di Salisburgo (Salzkammergut), nei dintorni del quale è stato rinvenuto il sito principale attribuito a tale cultura.

<sup>6</sup> Tra i vari gruppi di popolazioni celtiche si distinguono: Galli in Francia e, da qui, in Italia settentrionale; Britanni, Cimri e Gaeli in Gran Bretagna; Belgi; Celtiberi nella Penisola Iberica; Galati nei Balcani. A partire dal II secolo a.C. l'espansione dei Romani e dei popoli germanici sottrasse ai Celti quasi tutti i loro territori e cancellò la loro lingua ovunque, tranne che nelle Isole Britanniche.

<sup>7</sup> Stonehenge (*pietra sospesa*, da *stone*, pietra, ed *henge*, che deriva da *hang*, sospendere: in riferimento agli architravi) è un sito neolitico che si trova vicino ad Amesbury nello Wiltshire, Inghilterra, circa 13 chilometri a nord-ovest di Salisbury sulla piana omonima. È composto da un insieme circolare di grosse pietre erette, conosciute come megaliti.

Alcuni sostengono che Stonehenge rappresenti un antico osservatorio astronomico. Per esempio, il giorno del solstizio d'estate, il Sole sorge in un punto più a settentrione rispetto a tutti gli altri giorni dell'anno. Quel giorno, stando nel centro del cerchio di pietre, si può vedere sorgere il Sole circa al di sopra di una pietra particolare detta "Heel Stone", che si trova lungo l'asse della costruzione. Il complesso di Stonehenge sembra cioè allineato in modo non casuale. Alcuni sostengono addirittura che questo complesso servisse per prevedere il verificarsi delle eclissi. Una volta note la lunghezza dell'anno e del mese, facilmente determinabili, sarebbe stato necessario però conoscere la periodicità del moto dei nodi dell'orbita lunare: un'eclisse avviene solo quando Sole e Luna si trovano in prossimità di un nodo. È improbabile che gli antichi abitanti del luogo avessero conoscenze così avanzate. In ogni caso, le eclissi rappresentavano per l'antica popolazione del luogo un evento molto importante, forse un presagio di sventura come in molti altri popoli del passato.

<sup>8</sup> La parola druido denota l'appartenente alla classe dei sacerdoti della religione dei Celti, attraverso buona parte dell'Europa centrale e nelle isole britanniche. I Druidi costituivano l'elemento unificante e i depositari della cultura del popolo celtico, peraltro così disgregato e discorde sul piano politico.

---

Le pratiche druidiche erano parte della cultura di tutte quelle popolazioni chiamate Kelti e Galatai dai greci e Celtae e Galli dai romani.

<sup>9</sup> Il Cerchio di Brodgar (o Brogar ha un diametro di 104 metri, il che lo rende il terzo più grande del Regno Unito. Originariamente era composto da 60 pietre, di cui ne sono rimaste solo 27 alla fine del ventesimo secolo. Le pietre sono poste all'interno di un fossato circolare profondo fino a 3 metri e largo 9 scavato nella roccia dagli antichi abitanti dell'isola.

L'area circostante è costellata di menhir e da tombe preistoriche, il che lo rende un interessante luogo funerario. Nonostante non si conosca il suo uso preciso, la vicinanza con le menhir di Stenness e con Maeshowe lo rende particolarmente importante.

<sup>10</sup> Il Cerchio di Goseck è stato reso pubblico nel mese di agosto 2003, i media tedeschi hanno chiamato il sito "Stonehenge tedesca", anche se l'uso del termine *henge* al di fuori della Gran Bretagna è contestato.

<sup>11</sup> La paletta è forse la figura che ha suscitato più dibattiti e ipotesi interpretative tra gli studiosi. Presenti su molte rocce della Valcamonica, le figure di paletta si trovano anche nelle incisioni rupestri della Svezia, della Francia e della penisola iberica.

La figura è stata interpretata nei modi più diversi: remi, slitte, carri, rasoi, martelli, ecc. Esse sono state anche considerate, sulla base di associazioni, simboli di fecondità e potere. L'interpretazione più seguita è quella che assimila la figura alle palette in bronzo rinvenute nelle tombe a incinerazione del Bronzo Finale e dell'Età del Ferro (XII-V secolo a.C.) adibite alla raccolta delle ceneri dei defunti.

<sup>12</sup> Le ipotesi di Senofane furono accolte anche dai filosofi greci più recenti. Così Anassagora (499 – 428 a.C.) descrisse il Sole come una pietra ardente. Queste idee materialiste non furono ben accolte da molti dei filosofi successivi. Le correnti filosofiche più tarde ritornarono invece a spiegazioni mitologiche.

<sup>13</sup> Göbekli Tepe (Portasar in armeno, Girê Navokê in curdo). Indagini geomagnetiche hanno indicato la presenza di altre 250 pietre ancora sepolte nel terreno.

Un'altra pietra a forma di T, estratta solo a metà dalla cava, è stata rinvenuta a circa 1 km dal sito. Aveva una lunghezza di circa 9 m ed era probabilmente destinata al santuario, ma una rottura costrinse ad abbandonare il lavoro.

Oltre alle pietre sono presenti sculture isolate, in argilla, molto rovinate dal tempo, che rappresentano probabilmente un cinghiale o una volpe. Confronti possono essere fatti con statue del medesimo tipo rinvenute nei siti di Nevalı Çori e di Nahal Hemar. Gli scultori dovevano svolgere la loro opera direttamente sull'altopiano del santuario, dove sono stati rinvenute anche pietre non terminate e delle cavità a forma di scodella nella roccia argillosa, secondo una tecnica già utilizzata durante l'epipaleolitico per ottenere argilla per le sculture o per il legante argilloso utilizzato nelle murature.

<sup>14</sup> La ziqqurat (nota anche, secondo traduzioni fonetiche diverse, come ziggurat, ziqqurath, ziggurath), è la costruzione templare caratteristica delle religioni dell'area mesopotamica (sumera, babilonese e assira).

A causa della mancanza di pietre in Mesopotamia le ziqqurat venivano costruite con mattoni crudi e cotti, con canne legate in fasci e con bitume usato come calce e come isolante. In origine forse la ziqqurat rappresentava simbolicamente la montagna sacra, sede delle divinità. Infatti negli antichi scritti sumerici le ziqqurat sono definite "montagne di dio". La ziqqurat ha la forma di una torre composta da tronchi di piramide sovrapposti a più piani (piramide a gradoni), a rappresentare la volontà dell'uomo di avvicinarsi sempre di più al cielo. Attraverso sette rampe (ognuna rappresentante una costellazione e di colore

---

diverso) si accedeva ad una sommità piatta sulla quale i sacerdoti officiavano le cerimonie rituali e dalla quale potevano scrutare i corpi celesti al fine di trarne auspici e profezie. Le ziqqurat presentano analogie con le piramidi egizie e quelle mesoamericane; vennero tuttavia destinate al culto delle divinità principali, identificate con gli astri celesti e non utilizzate a scopo funerario, com'era invece il caso delle piramidi egiziane. Celeberrimo è la ziqqurat di Babilonia indicata nella Bibbia (libro della Genesi) come Torre di Babele (XII secolo a.C.). Altra ziqqurat, molto meno nota ma più antica, è quella di monte d'Accoddi (III millennio a.C.) in Sardegna, fra Sassari e Porto Torres.

<sup>15</sup> Nell'antico Egitto il Sole (Ra o Re o Atum) è stato venerato per molto tempo come la divinità più importante, nonostante il fatto che non si sapesse esattamente cosa fosse il Sole. Talvolta, il Sole era considerato l'occhio destro (solare) del signore dei cieli; altri consideravano il Sole come un corpo autonomo dell'universo, altri ancora pensavano che fosse un disco ardente che percorresse il cielo a bordo di una barca. Ai suoi tempi, il faraone eretico Amenofi IV che prese il nome di Ekhénaton (1377-1358 a.C.) che significa luce di Aton (il disco solare). Sul significato del nome e sulla grafia non c'è uniformità fra i vari autori (si trova Akhénaton, Akhenaten, Ekhnatòn, ecc.). Egli introdusse l'adorazione del solo Aton come unico dio e soppresse tutte le altre divinità egizie. Il Sole rappresentava però anche il ciclo di vita di un egiziano, ridotto alla lunghezza di un giorno. In questo concetto il Sole nasce alla mattina come bambino (Chefre), è adulto a mezzogiorno (Re) e alla sera muore come anziano (Atum).

<sup>16</sup> L'industria dell'Iberomaurusiano è caratterizzata dalla frequenza di lamelle a dorso abbattuto, da bulini su frattura e da grattatoi corti. Sono evidenti le somiglianze con l'industria del Maddaleniano in Spagna (circa 15.000 a.C.). Le sepolture sono qualche volta decorate con ocre o accompagnate con resti di cibo o corna di bovini selvatici.

<sup>17</sup> Il capsiano (la cui denominazione rimanda a Capsa, il nome antico dell'odierna Gafsa, Tunisia) fu una cultura mesolitica del Nordafrica, che si può collocare, cronologicamente, tra il 10.000 e il 6.000 a.C. Essa è attestata nelle zone interne delle odierne Algeria e Tunisia, con possibili prolungamenti a ovest in Marocco e ad est in Cirenaica (Libia).

<sup>18</sup> Il Neolitico subpluviale (chiamato anche fase umida dell'Olocene) fu un periodo, dal 7.500-7.000 a circa 3.500-3.000 a.C., caratterizzato da condizioni climatiche di umidità e pioggia nel Nord Africa; fu preceduto e seguito da periodi particolarmente asciutti.

<sup>19</sup> Naqada (anche conosciuta come Ombos) è la città egizia nella quale, durante il periodo dell'Antico Egitto, era maggiormente praticato il culto del dio Seth, fratello di Osiride.

<sup>20</sup> Con il termine Maghreb (in arabo "luogo del tramonto", perché situato nella parte più occidentale dei paesi arabi) si intende l'area più a ovest del Nordafrica che si affaccia sul mar Mediterraneo e sull'Oceano Atlantico; originariamente riguardava la fascia di terra tra la catena montuosa dell'Atlante e il mar Mediterraneo (nord della Tunisia, Algeria e Marocco).

<sup>21</sup> Il termine animismo è usato in antropologia per classificare le tipologie di religioni o pratiche di culto nelle quali vengono attribuite qualità divine o soprannaturali a cose, luoghi o esseri materiali. Queste religioni cioè non identificano le divinità come esseri puramente trascendenti, bensì attribuiscono proprietà spirituali a determinate realtà materiali. La posizione filosofica corrispondente all'animismo viene di solito chiamata panpsichismo. Questo tipo di credenze è così chiamato perché si basa sull'idea di un certo grado di identificazione tra principio spirituale divino (anima) e aspetti "materiali" di esseri e realtà (anche "demoni" e altri enti).

---

<sup>22</sup> Africa Nera: questa espressione, diffusa in passato, è oggi considerata desueta e impropria ed è sostituita dalla locuzione Africa subsahariana. Con essa si intende la parte del continente africano situata a sud del Deserto del Sahara. Alcuni considerano il Sahel come facente parte dell'area geografico-culturale del Sahara, e quindi escludono questa fascia dall'Africa subsahariana propriamente detta.

<sup>23</sup> Uranico, attributo che, nella storia delle religioni, si dà alla divinità che dimora in cielo o partecipe della natura celeste (dal greco *Urànios* "celeste").

<sup>24</sup> Ctonio, sotterraneo appartenente all'abisso e alle profondità terrestri (dal greco *Khthònios* "che attiene alla terra").

<sup>25</sup> Il termine, di moderna coniazione, deriva da *ārya*, sostantivo maschile sanscrito che indica in quella lingua "l'uomo nobile", l'abitante dell'*Āryavārta*. Con il termine Arii (anche Ariani, Indoari, Indoariani), si indica un antico popolo nomade appartenente al gruppo indoiranico dei popoli indoeuropei, che penetrò nel Subcontinente indiano nel II millennio a.C. Il loro luogo di origine furono le steppe dell'Asia centrale dove vivevano principalmente di pastorizia e dell'allevamento dei cavalli.

<sup>26</sup> L'importanza di questi due culti è grande non solo per la svolta culturale che ne è derivata alle rispettive società ma anche perché l'unificazione religiosa nazionale prodotta da questi due culti è stata trasmessa alla società successiva agendo come forza unificatrice. Entrambi questi culti sono imperniati sul culto del giaguaro. La spiegazione più logica sarebbe di mettere in relazione la nascita dei centri cerimoniali olmechi e chavin con l'aumento di popolazione, dovuto allo sviluppo dell'agricoltura.

<sup>27</sup> Jesse David Jennings (1909–1997) archeologo e antropologo statunitense. Ben noto per il suo lavoro sul preistoria del deserto dell'ovest e per i suoi scavi nei pressi del Gran Lago Salato dello Utah. Celebri i suoi scavi condotti sistematicamente con ordine e chiarezza.

<sup>28</sup> I Toltechi (o Toltec o Toltecas) erano un popolo nativo americano dell'epoca precolombiana che dominò gran parte del Messico centrale tra il X ed il XII secolo. La loro lingua -il nahuatl- era parlata anche dagli aztechi. Questa popolazione nomade guerriera era giunta nell'altopiano del Messico verso il IX secolo d.C. Nel 1168 la loro capitale, Tula, fu distrutta dalla popolazione settentrionale dei Chichimechi. La relativa unità politica si frammentò: ci furono due secoli circa di caos, di imbarbarimento e di emigrazioni fino al Nicaragua. Dopo questo periodo di crisi, gli Aztechi imposero il proprio dominio. Alla fine del X secolo il leggendario re *Quetzalcoatl* aveva portato i Toltechi nello Yucatán: ne derivò uno stato maya-tolteco con capitale Chichén Itzá e una cultura maya-tolteca che durò fino alla conquista spagnola (1544). Dai Toltechi gli Aztechi presero l'usanza di razzare uomini per i sacrifici alle divinità.

<sup>29</sup> Koonalda Cave è un importante sito archeologico nella regione di Nullarbor Plain, nel sud dell'Australia.

Nelle grotte migliaia di metri quadrati sono coperti da linee e disegni geometrici tracciati con le dita. Questa arte australiana è stata datata a 20.000 anni fa [20, 21] rendendola di fatto più arcaica di qualsiasi arte preistorica europea [27]. Le grotte riscoperte dagli archeologi nel 1956, furono frequentate dall'uomo fino a 19.000 anni fa.

<sup>30</sup> Nullarbor Plain è parte della pianura, semiarida, priva di alberi, nella Grande Baia Australiana della costa sud, a nord della quale si estende il Gran Deserto Vittoria. Nullarbor Plain costituisce il più grande monoblocco di calcare, esso occupa una superficie di circa 200.000 km<sup>2</sup> [19] e la sua massima estensione da ovest ad est, tra Australia meridionale e occidentale, raggiunge i 1.100 km.

---

<sup>31</sup> Totemismo, designazione di un complesso di credenze e di consuetudini di numerose civiltà primitive, fondato sulla concezione di un particolare rapporto di parentela tra un individuo o gruppo umano e un essere o categoria di esseri (più spesso di specie animali, ma anche piante o fenomeni naturali), che si traduce, includendo un rapporto di reciproca protezione, in vari sistemi di tabù.

### 3.4 Bibliografia

- [1] AA.VV. (1990) - *Progetto i nuraghi. I reperti. Ricognizione archeologica in Ogliastra, Barbagia Sarcidano*, Consorzio Archeosystem, Electa, Milano.
- [2] AA.VV. (2006) - *Atlante geografico metodico De Agostini 2006-2007*, ISBN 978-88-511-1306-3, Editore Istituto Geografico De Agostini, Novara.
- [3] Affronti F. (1977) - *Atmosfera e meteorologia. Sommario storico scientifico. Dai miti del passato alle prospettive del futuro*, S.T.E.M. Mucchi, Modena.
- [4] Anati E. (1994) - *Arte rupestre. Il linguaggio dei primordi*, in “Studi Camuni”, vol. 12, Edizioni del Centro, Valcamonica (BS).
- [5] Anati E. (1995) - *La religione delle origini*, in “Studi camuni”, vol. 14, Edizioni del Centro, Valcamonica (BS).
- [6] Anati E. (1995a) - *Il museo immaginario della Preistoria: L'arte rupestre nel mondo*, Milano, Jaca Book.
- [7] Anonimo, INAF - Osservatorio Astronomico di Padova  
<http://www.pd.astro.it/eclisse/stonehen.htm>
- [8] Brunod G., Veneziano G. (2009) - *La Roccia del Sole: una meridiana stagionale per gli antichi Camuni*, Relazione presentata al IX Convegno Nazionale della Società italiana di Archeoastronomia, Cursus Caelestium Siderum. Astronomia e Scienza nei secoli. Osservatorio di Arcetri (Firenze), 14-16 settembre 2009.
- [9] Camuffo D. (1990) - *Clima e uomo*, Garzanti Editore, Milano.
- [10] Cassirer E. (1931) - *Mythischer, ästhetischer und theoretischer Raum*, cit. da Forni Rosa G. (1985), in “*Studi di Ermeneutica. Schleiermacher, Dilthey, Cassirer*”, Clueb, Bologna.
- [11] Diamond J. (1999) - *Guns, Germs, and Steel*. New York: Norton Press. ISBN 0-393-31755-2.
- [12] Dobzhansky Th., Boesiger E. (1983) - *Human culture. A moment in evolution*, Columbia University Press, New York.
- [13] Eliade M. (1976) - *Trattato di storia delle religioni*, Boringhieri, Torino.
- [14] Eliade M. (1981) - *Immagini e simboli*, Jaca Book, Milano.
- [15] Facchini F. (1988) - *Evoluzione, Uomo e Ambiente. Lineamenti di Antropologia*, Utet Libreria, Torino.
- [16] Facchini F. (2002) - *Origini dell'uomo ed evoluzione culturale. Profili scientifici, filosofici, religiosi*, Jaca Book, Milano.
- [17] Facchini F. (2006) - *Le Origini dell'Uomo e l'Evoluzione Culturale*, Jaca Book, Milano.
- [18] Gaspani A. (2000) - *I simboli “solari” dei Camuni*, in *l'Astronomia*, n. 205, gennaio 2000, pp. 32-39.

- 
- [19] Hesp P. A., Murray-Wallace C. V., Dortch C. E. (1999) - *Aboriginal occupation on Rottneest Island, Western Australia, provisionally dated by Aspartic Acid Racemisation assay of land snails to greater than 50 ka*, Australian Archaeology, No 49, pag 7-12.
- [20] Hiscock P. (2008) - *Archaeology of Ancient Australia*. Routledge, London. ISBN 0-415-33811-5.
- [21] Lourandos, H. (1997) - *Continent of Hunter-Gatherers: New Perspectives in Australian Prehistory*, Cambridge University Press, Cambridge UK.
- [22] Petrulli L. (2007) - *Il Ring of Brogdar* <http://www.lazonamorta.it/lazonamorta2/?p=130>
- [23] Redford D. B. (1992) - *Egypt, Canaan, and Israel in Ancient Times*. Princeton University Press, Princeton USA.
- [24] Ries J. (2009) - *Alla ricerca di Dio: la via dell'antropologia religiosa*, Jaka Book, Milano.
- [25] Suzuki H. (2000) - *Climatologia e origine delle religioni*, Di Renzo Editore, Roma
- [26] Vittori O. (1989) - *Clima e storia*, Editori Riuniti, Roma.
- [27] Wade, N. (2007) - *From DNA Analysis, Clues to a Single Australian Migration*. in *The New York Times* 8 May 2007.
- [28] Willey G. R. (1966) - *An introduction to American archaeology volume one: North and Middle America*, Englewood Prentice-Hall, New Jersey.

## SECONDA PARTE

### LA RADIAZIONE SOLARE IN RELAZIONE ALLA BIOLOGIA E ALLA FISICA TERRESTRE

Vostre Maestà, Sua Altezza Reale, Signore e Signori. Il fatto che possiate vedermi qui davanti a voi costituisce un tributo ai fotopigmenti dei vostri occhi, in grado di catturare la luce. Se inoltre, a dispetto del clima rigido delle strade di Stoccolma, tutti noi possiamo godere del tepore gradevole di questa sala, ciò è dovuto alle foglie delle foreste carbonifere che hanno catturato la luce del sole per mezzo dei loro pigmenti fotosintetici e ci hanno consegnato un residuo di carbone e petrolio. Ecco due semplici esempi di come l'interagire di radiazione e materia puntelli la vita sulla terra.

*Ian McEwan* [14]



## Premessa

Si vuole, in questa sede, evidenziare, in modo meramente qualitativo, l'importanza della radiazione solare nella fisica e nella biologia terrestre. Ovviamente è impensabile supporre che queste poche note siano esaustive di un argomento così ampio e complesso. Gli autori si pongono, più modestamente, l'obiettivo di mostrare che il Sole è sia il promotore sia il principale elemento di connessione della fisica ambientale e della biologia, e di suggerire, molto sommestamente, il concetto che la radiazione solare sia stata la grandezza che più di altre ha condizionato la Geografia Umana.

Si parlerà allora della radiazione solare nel suo duplice aspetto qualitativo e quantitativo e delle sue fondamentali implicazioni sulla biologia e sulla fisica terrestre. Per rendere il linguaggio più fluido il formalismo matematico è stato ridotto ai minimi termini e concentrato nel secondo paragrafo: *La geografia astronomica*. Purtroppo, storicamente, la fisica ha sempre utilizzato le parole del linguaggio comune attribuendo loro valenze semantiche più ristrette così, ad esempio, termini come energia e potenza sono considerati sinonimi nel linguaggio comune ma non lo sono affatto nel linguaggio fisico; analogamente non sono sinonimi forza e pressione e così via in mille altri casi. La situazione è poi ulteriormente complicata dal fatto che non è sempre chiaro quando un fisico utilizza le parole in senso stretto o in senso lato. Allora per evitare fraintendimenti, sono state inserite numerose note esplicative a piè di pagina ed è stato allegato un corposo Glossario particolarmente orientato alla Metrologia delle grandezze ambientali e alla Biometeorologia, quest'ultima in quanto aspetto dominante della fisica ambientale in relazione alla Geografia Umana. È proprio la meteorologia e la sua conseguenza, nei tempi lunghi, la climatologia, che hanno spinto l'uomo prima a cercare ambienti più confortevoli alla propria esistenza (nomadismo), poi a cercare di adeguarli alle proprie esigenze (condizionamento dell'ambiente).

L'*excursus* si chiude allora proprio con le abitazioni, cioè gli ambienti, artificiali al massimo grado, in cui di volta in volta l'uomo ha introdotto, con artifici vari (dal focolare al condizionatore), modificazioni finalizzate al tentativo di renderle "climaticamente inalterabili" in ogni stagione.

## 1 Lo spettro solare <sup>(\*)</sup>

Trascurando il minimo contributo geotermico possiamo affermare che la radiazione solare è l'unica fonte di energia per la Terra. Tutte le altre forme legate ai combustibili fossili, al vento, alle correnti marine, ecc. sono una conseguenza della radiazione solare.

La radiazione solare è prodotta da reazioni nucleari (fusione) all'interno del Sole. Questo corpo gassoso, che dista dalla Terra di circa 150 milioni di chilometri e ha un diametro di circa 1,4 milioni di chilometri, è visto dalla Terra come un disco contenuto in un angolo di  $0,5^\circ$ .

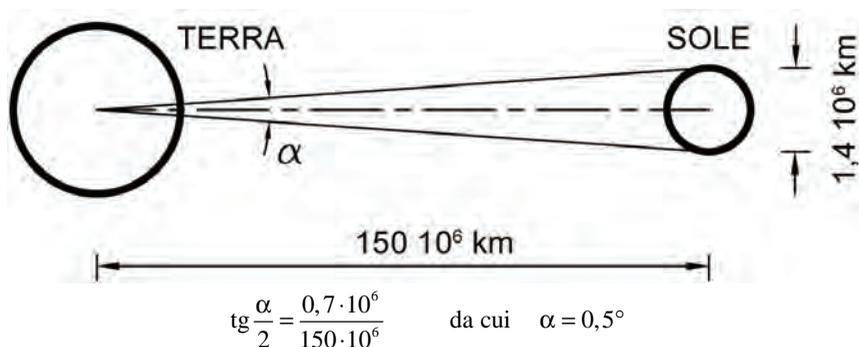


Figura 1 – Il Sole è visto dalla Terra come un disco contenuto in un angolo di  $0,5^\circ$ .

Il Sole, avendo una temperatura superficiale di circa 5400 gradi centigradi, da cinque miliardi di anni, emette nello spazio circostante una enorme energia elettromagnetica che al limite della atmosfera terrestre raggiunge i 1400 joule al secondo per ogni metro quadrato (costante solare), ovvero 1400 watt per ogni metro quadrato (si veda il Glossario alle voci: joule e watt).

Una qualunque superficie che intercetta una radiazione può assorbirla, rifletterla o trasmetterla. Poiché in natura non esistono superfici completamente assorbenti o perfettamente riflettenti o assolutamente trasmittenti, i tre aspetti sono sempre presenti e con le loro quote caratterizzano la superficie. Ovviamente in una superficie speculare prevale la quota di radiazione riflessa, rispetto alle altre due, e in una superficie trasparente domina quella trasmessa. La ripartizione di energia sulla superficie è comunque tale che la somma delle tre quote deve essere sempre uguale all'intensità dell'energia incidente.

La quantità di radiazione solare che viene assorbita, riflessa, trasmessa è fondamentale per le superfici biologiche. Alcune piante per ridurre la quantità di radiazione intercettata tendono a chiudere o a disporre verticalmente le foglie; il colore del mantello o della pelle degli animali costituisce una strategia biologica di adattamento al clima radiativo delle regioni in cui vivono. Ora mentre la parte di radiazione, incidente su un corpo, che

<sup>(\*)</sup> Molti sono i testi a cui riferirsi per approfondimenti su questo tema. Noi ci siamo riferiti a [3, 4].

viene riflessa e quella che viene trasmessa abbandonano il corpo, la radiazione che viene assorbita interagisce con questo alterandone le caratteristiche: prima fra tutte la temperatura. In altre parole la radiazione assorbita da un corpo, se non altrimenti utilizzata da questo, riscalda il corpo stesso ovvero ne aumenta la temperatura. Un utilizzo diverso, almeno in parte, della radiazione assorbita è, ad esempio, l'attivazione della fotosintesi, clorofilliana nelle piante e della vitamina D nell'uomo.

Nello studio delle caratteristiche radiative delle superfici, naturali e no, risulta di grande utilità il concetto di *Corpo Nero*. Si definisce corpo nero un corpo che assorbe tutta la radiazione incidente (quindi un corpo con riflessione e trasmissione nulle), ovviamente questa è una astrazione teorica che però, come caso limite, ha una sua utilità.

Il "colore nero" è un caso particolare: l'occhio umano distingue forma e colore dei corpi o tramite la luce che essi emettono, se luminosi (ad esempio un oggetto incandescente), o che essi riflettono, se non luminosi ma irradiati da una sorgente di luce. Un corpo che non riflette nessuna radiazione oppure assorbe tutta la radiazione su di esso incidente lo "vediamo", comunque, di colore nero. Il "colore nero" è allora l'assenza di radiazione da parte del corpo.

Qualsiasi corpo a temperatura superiore allo zero assoluto<sup>1</sup> irradia nello spazio circostante "energia radiante" o più brevemente "radiazione". Un modello matematico, che spiega un gran numero di fenomeni attinenti alla radiazione, attribuisce a questa natura ondulatoria, con chiara analogia ad altri fenomeni naturali come il propagarsi della perturbazione prodotta da un sasso lanciato in uno specchio d'acqua.

Rifacendosi a questo esempio di facile visualizzazione si può osservare che nel moto ondoso ogni particella d'acqua oscilla intorno alla posizione di equilibrio iniziale in un tempo caratteristico detto periodo (T). È allora evidente che se la durata temporale di una oscillazione è T, nell'unità di tempo si avranno 1/T oscillazioni. Il numero di oscillazioni nell'unità del tempo prende il nome di frequenza dell'onda (f). Lo spazio percorso durante il tempo T dalla perturbazione che si propaga è chiamato lunghezza d'onda ( $\lambda$ ), che ovviamente viene a coincidere con la distanza fra due creste successive dell'onda.

Se indichiamo con c la velocità<sup>2</sup> di propagazione dell'onda abbiamo allora:

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad (1)$$

Come già detto (*mutatis mutandis*) questa descrizione può essere applicate anche al propagarsi della radiazione emessa dai corpi non allo zero assoluto. In questo caso non si

---

<sup>1</sup> Lo zero assoluto è un limite teorico posto a 273,16 gradi al di sotto dello zero centigrado (ghiaccio fondente). Allo zero assoluto si annulla l'agitazione termica delle molecole e, come conseguenza di questo e di altri effetti, si "dovrebbe" produrre l'annichilimento della materia. La scala termometrica che utilizza come zero lo zero assoluto è la scala Kelvin: in riferimento a questa scala l'acqua ghiaccia a + 273,16 K (= 0 °C) e bolle a 373,16 K (= 100 °C). Pertanto si passa dai gradi centigradi (simbolo °C) ai gradi Kelvin (simbolo K) aggiungendo 273,16, numero che va sottratto per la conversione inversa. È del tutto ovvio che la scala termometrica assoluta non ha valori negativi.

<sup>2</sup> La velocità con cui un corpo percorre, con moto uniforme, uno spazio s in un tempo t è il rapporto fra spazio e tempo:  
velocità = s/t

tratta di onde meccaniche (come quelle del “sasso nello stagno”) ma di onde elettromagnetiche<sup>3</sup>.

Un aspetto semplifica l’analisi delle onde elettromagnetiche rispetto alle altre: la velocità dell’onda è praticamente uguale, e costante, nel vuoto e in aria, mezzi di nostro interesse ( $c = 300.000 \text{ km/s}$ , circa). Da ciò e dalla formula (1) discende che se è nota  $\lambda$  lo è anche  $f$  e viceversa, inoltre, essendo il loro prodotto una costante, all’aumentare dell’una diminuisce l’altra. Per quanto sopra, nel seguito parleremo indifferentemente di lunghezza d’onda o di frequenza della radiazione.

Un aspetto complica l’analisi delle onde elettromagnetiche rispetto alle altre: i corpi solidi, liquidi, gassosi (non rarefatti) non emettono mai una sola lunghezza d’onda ma irradiano una sequenza di lunghezze d’onda senza soluzione di continuità, cioè quello che si chiama spettro continuo di lunghezze d’onda o di frequenze (figura 2).

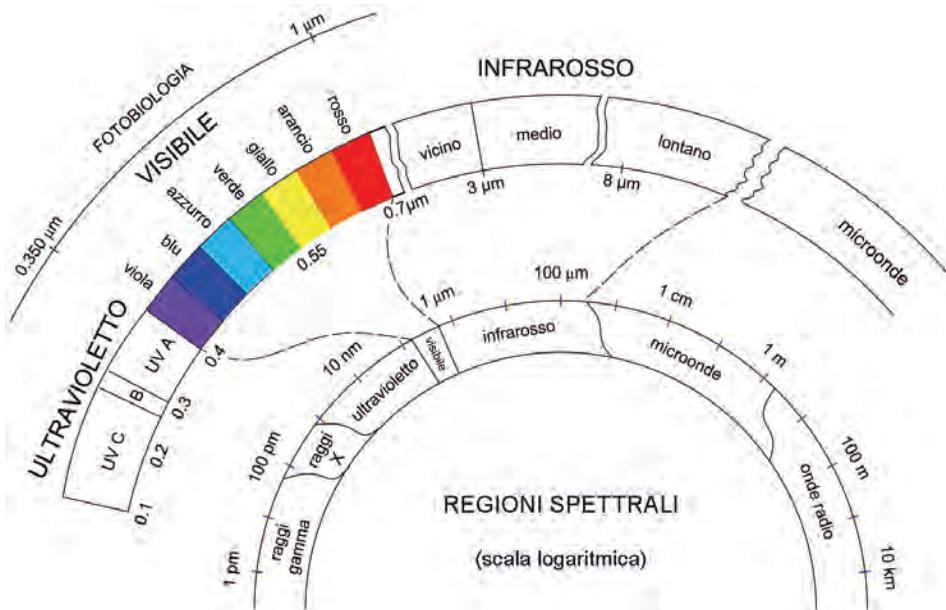


Figura 2 – Spettro elettromagnetico<sup>4</sup>. Si osservi che la scala logaritmica è riferita all’arco più interno.

Dell’infinito spettro elettromagnetico il piccolissimo “frammento” che va da 350 nm a 1000 nm ha una importanza tale da condizionare la presenza della vita sulla Terra<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Ovvero della stessa natura delle onde che stanno alla base del funzionamento di: radio, tv, telefonini, forni a micro-onde, apparecchi radiografici a raggi X, ecc.

<sup>4</sup> Nella figura 2 le lunghezze d’onda più piccole sono espresse in pico-metri (pm) bilionesima parte del metro, nano-metri (nm) milionesima parte del metro, micro-metri ( $\mu\text{m}$ ) milionesima parte del metro.

<sup>5</sup> George Wald di Harvard uno dei più grandi esperti nel campo della fotobiologia, premio Nobel per la Medicina nel 1967, afferma che lo svolgersi di tutti i fenomeni biologici, vegetali e animali, in questo intervallo spettrale non è casuale. Egli è convinto che se la vita esiste in qualche altra parte dell’Universo essa, probabilmente, dipende dallo stesso “piccolo frammento elettromagnetico” [17].

La visione, il fotoperiodismo, la fotosintesi dipendono dalle onde elettromagnetiche contenute in questo piccolo intervallo di lunghezze d'onda. All'interno di questo intervallo ve ne è uno più piccolo, che va da 400 nm a 700 nm, che definisce l'intervallo di lunghezze d'onda visibile all'occhio umano (chiamato anche intervallo, o gamma, visibile o semplicemente luce).

Tutti i corpi (ad eccezione dei gas rarefatti), per effetto della loro temperatura, emettono uno spettro continuo di lunghezze d'onda secondo un andamento analogo a quello di figura 3 (che si riferisce al Sole). Questa curva mostra un massimo che dipende solamente dalla temperatura del corpo ed è esprimibile, con buona approssimazione, con la relazione:

$$\lambda_m \simeq \frac{3000}{T} \quad (2)$$

dove: T, temperatura del corpo espressa in gradi Kelvin (vedi nota 1),  
 $\lambda_m$ , lunghezza d'onda a cui si ha il massimo dell'emissione radiativa, espressa in micro-metri (vedi nota 4)

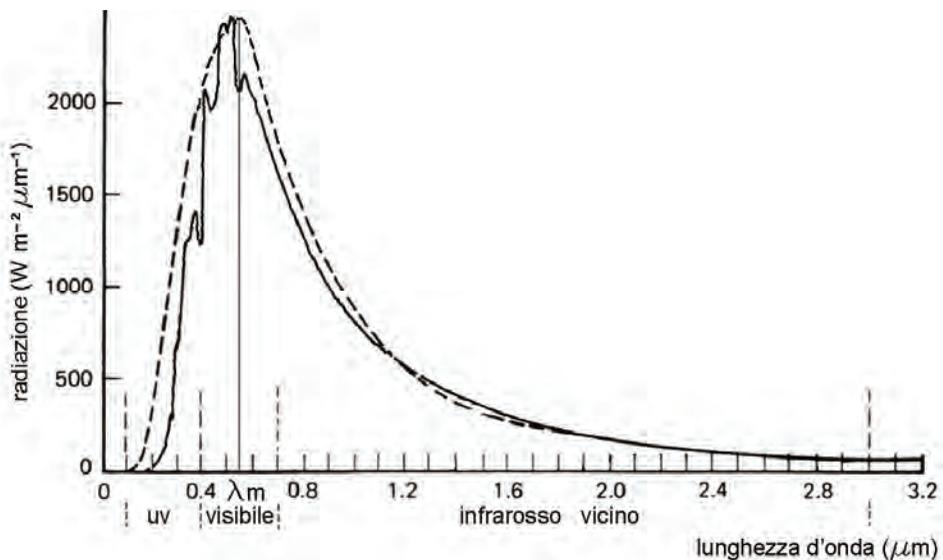


Figura 3 – Spettro della radiazione solare al di sopra dell'atmosfera terrestre, valutata alla distanza media fra Sole e Terra: intensità per ogni lunghezza d'onda (linea a tratto intero) che risulta molto simile alla radiazione emessa da un corpo nero a 5700 K posto alla stessa distanza (linea tratteggiata). Si osservi il massimo di emissione intorno a 0,55 μm. Si veda anche figura 2.

La figura 3 rappresenta lo spettro di emissione del Sole e avendo questo una temperatura superficiale di circa 5700 K il massimo di emissione, per l'equazione (2), è alla lunghezza d'onda di circa 550 nm.

Il Sole, quindi, emette energia elettromagnetica con la massima intensità prevalentemente nella gamma visibile. Nell'attraversare l'atmosfera le radiazioni con minor lunghezza d'onda (ad esempio quelle Ultra-Violette) sono assorbite, in buona parte, dall'ozono<sup>6</sup> che costituisce la parte più alta della stratosfera<sup>7</sup>, mentre le radiazioni con lunghezza d'onda maggiore (ad esempio Infra-Rosse) sono assorbite dal vapor d'acqua e dall'anidride carbonica presenti negli strati più bassi della troposfera<sup>7</sup>.

La figura 4 mostra come l'atmosfera terrestre modifica lo spettro della radiazione solare che arriva sulla Terra al livello del mare; si osservino le alterazioni selettive prodotte dai vari costituenti l'atmosfera

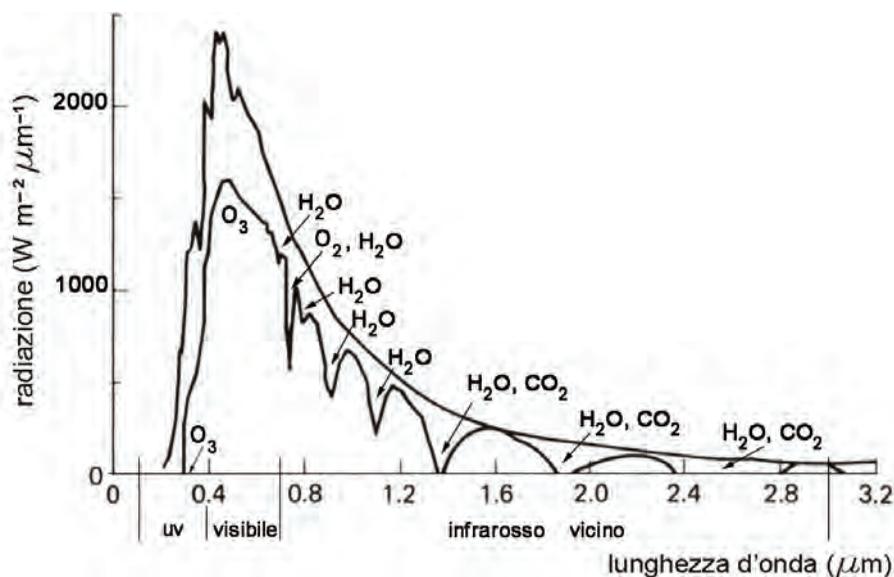


Figura 4 – Spettro della radiazione solare al di sopra dell'atmosfera (vedi figura 3) e al suolo terrestre (curva interna). Si osservi come le diverse molecole dei costituenti l'atmosfera attenuano selettivamente le diverse lunghezze d'onda. L'ozono, O<sub>3</sub>, attenua maggiormente le onde più corte (ultravioletto); l'anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, agisce prevalentemente nella gamma dell'infrarosso.

<sup>6</sup> L'ozono è una molecola instabile, formata da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>), che si genera in presenza di catalizzatori o per assorbimento di radiazione Ultra-Violetta.

<sup>7</sup> L'atmosfera terrestre è un involucro aeriforme, che avvolge interamente il nostro pianeta, formato da circa il 79 % di azoto, il 19 % di ossigeno, il 2 % fra vapor d'acqua (H<sub>2</sub>O), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ecc. Essa può essere divisa in cinque regioni sovrapposte denominate *sfere*, intervallate a loro volta da quattro fasce di transizione denominate *pause*. La porzione più bassa, in prossimità della superficie terrestre, è la troposfera, che arriva a una altezza di 10 ÷ 12 km entro cui si hanno gli eventi meteorologici. Al di sopra della troposfera fino a 50 ÷ 60 km troviamo la stratosfera, al di sopra di questa fino a circa 80 km si ha la mesosfera. Da 80 ÷ 90 km a 190 ÷ 200 km si sviluppa la termosfera, oltre 200 km ha inizio la esosfera. Su quote e nomi delle diverse sfere non c'è concordanza fra vari autori.

## 2 La geografia astronomica <sup>(\*)</sup>

### *Sistema alto-azimutale*

Per individuare la posizione di un corpo celeste, ad esempio il Sole, rispetto a un punto  $P_0$  sulla Terra dobbiamo fissare nel punto un sistema di coordinate spaziali. Il sistema più comune è quello alto-azimutale; esso fa riferimento al piano orizzontale locale visualizzabile come la superficie di un liquido posto in un contenitore situato nel punto in esame (supponendo la Terra sferica, l'orizzonte locale è il piano tangente alla sfera nel punto considerato).

La normale all'orizzonte locale nel punto  $P_0$  definisce verso l'alto lo Zenit (intersezione della normale con la sfera o volta celeste) e verso il basso il Nadir (punto opposto allo Zenit); sul piano orizzontale si individua invece la linea Nord-Sud o meridiano del luogo e ortogonalmente a questa la linea Est-Ovest (punti cardinali, fig. 5).

Si stabilisce poi che ogni punto  $P$  sull'orizzonte venga individuato dall'angolo  $A$  (azimut) che, per raggiungerlo, deve essere percorso in senso orario a partire dalla direzione Sud (fig. 5); se l'angolo è percorso in senso antiorario il valore dell'azimut è negativo (qualche autore lo definisce in riferimento al Nord ma ovviamente le cose non cambiano molto).

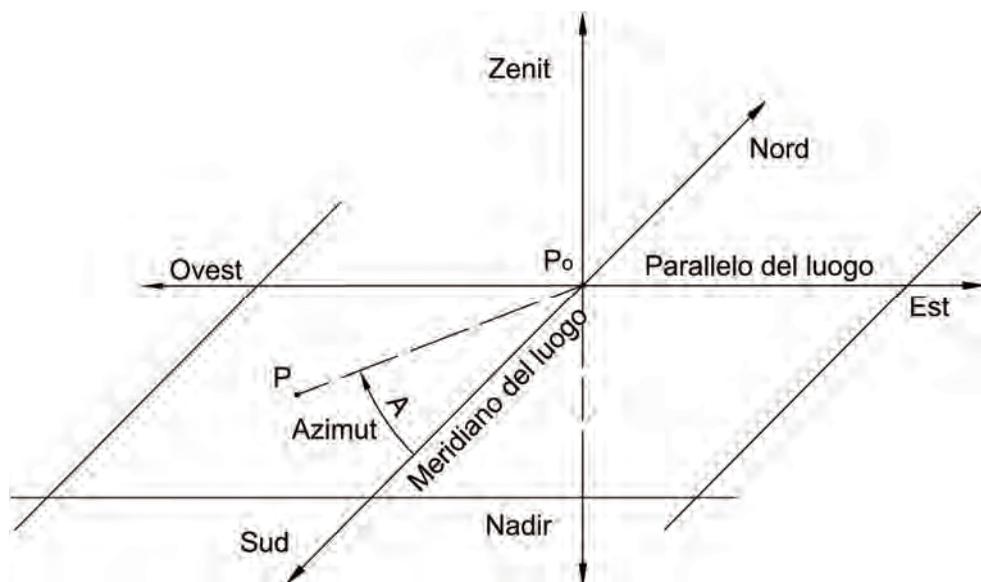


Figura 5 – Definizione dei punti cardinali rispetto a un punto  $P_0$  sulla Terra e individuazione di un punto  $P$  sull'orizzonte tramite l'Azimut.

<sup>(\*)</sup> Molti sono i testi a cui riferirsi per approfondimenti su questo tema. Noi ci siamo riferiti a [3, 4].

Se il corpo non si trova sull'orizzonte ma è in punto P sulla sfera celeste (fig. 6) si percorre ugualmente l'azimut fino a trovarsi "sotto" al corpo e poi, sul piano passante per la normale a P, e per il corpo considerato, si percorre l'angolo h, altezza o altitudine, fino a incontrare il corpo stesso. L'angolo z complementare ad h prende il nome di angolo o distanza zenitale.

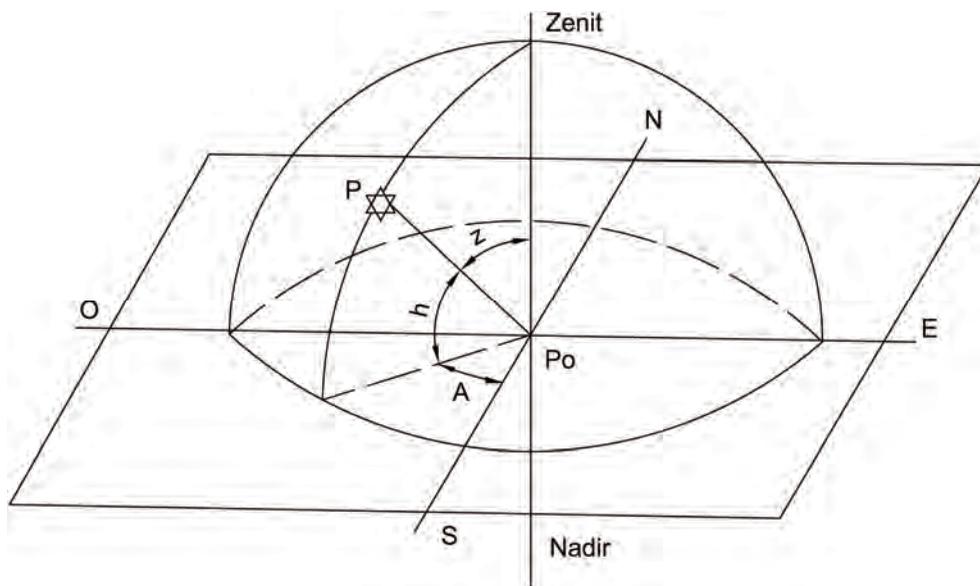


Figura 6 – Individuazione, da un punto Po sulla Terra, di un corpo posto nel punto P della sfera celeste, col sistema alto-azimutale.

### *Latitudine e longitudine*

I piani perpendicolari all'asse terrestre determinano sulla superficie della Terra (considerata sferica) dei cerchi denominati paralleli. Il cerchio massimo prende il nome di equatore; i paralleli vengono numerati a partire dall'equatore specificando se verso il Polo Nord o verso il Polo Sud: si chiamano poli geografici i due punti sulla Terra fra i quali passa l'asse terrestre (fig. 7). I piani passanti per l'asse terrestre determinano sulla superficie della Terra dei cerchi denominati meridiani (fig. 7). Poiché i meridiani sono indistinguibili (hanno tutti lo stesso raggio) la scelta di un meridiano di riferimento è del tutto arbitraria; se questo meridiano non è esplicitamente indicato si intende che come riferimento è preso il meridiano passante per Greenwich. Un punto  $P_0$  sulla Terra è individuato dalla latitudine, arco di meridiano passante per  $P_0$  e misurato a partire dall'equatore, e la longitudine, arco di parallelo passante per  $P_0$  e misurato a partire dal meridiano di riferimento.

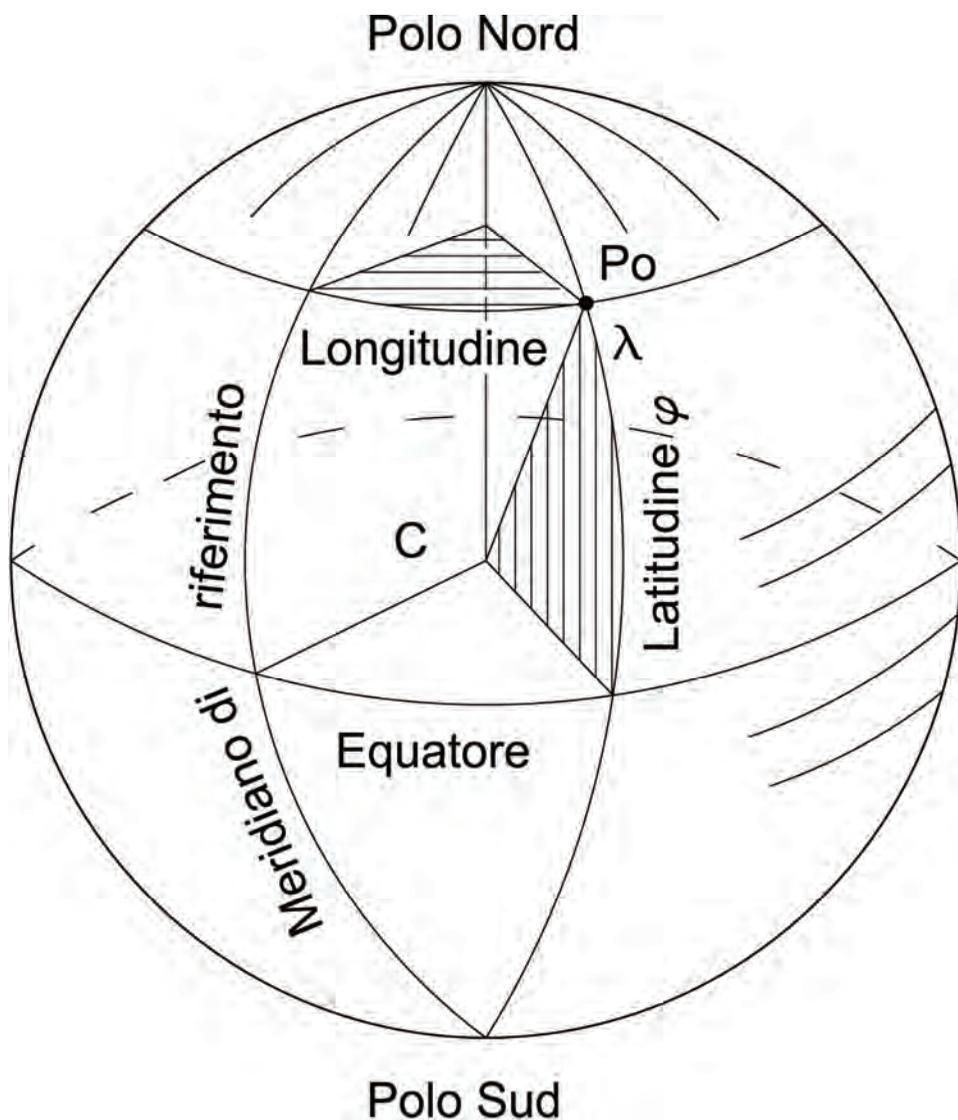


Figura 7 – Meridiani e paralleli, il punto  $P_0$  sulla Terra è individuato dalle coordinate  $\varphi$  latitudine e  $\lambda$  longitudine (nell'esempio in figura  $\varphi^\circ$  latitudine Nord e  $\lambda^\circ$  longitudine Est).

Per come è stata definita la latitudine di un punto  $P_0$ , sezionando la Terra con un piano passante per il suo asse e per  $P_0$  la latitudine risulta essere l'angolo  $\varphi$  formato dalla congiungente di  $P_0$  col centro della Terra e l'asse equatoriale (fig. 8).

Per come è stata definita la longitudine di un punto  $P_0$ , sezionando la Terra con un piano passante per l'equatore la longitudine risulta essere l'angolo  $\lambda$  formato, su questo piano, dalle tracce dei piani passanti uno per l'asse terrestre e il meridiano di riferimento e l'altro per l'asse terrestre e il punto  $P_0$  (fig. 9).

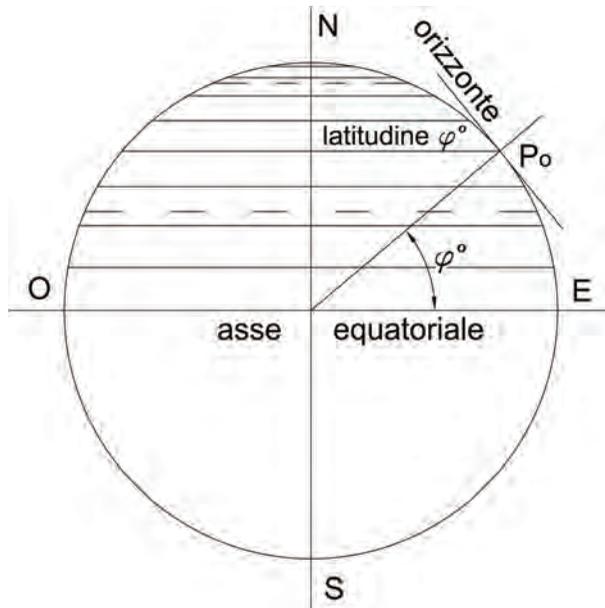


Figura 8 – Sezione della Terra per la definizione di latitudine  $\varphi$  di un punto  $P_0$ : sono positivi gli angoli misurati verso Nord. Linee intere paralleli, tratteggiate tropico e circolo polare. Si definisce orizzonte di P il piano tangente alla superficie nel punto P.

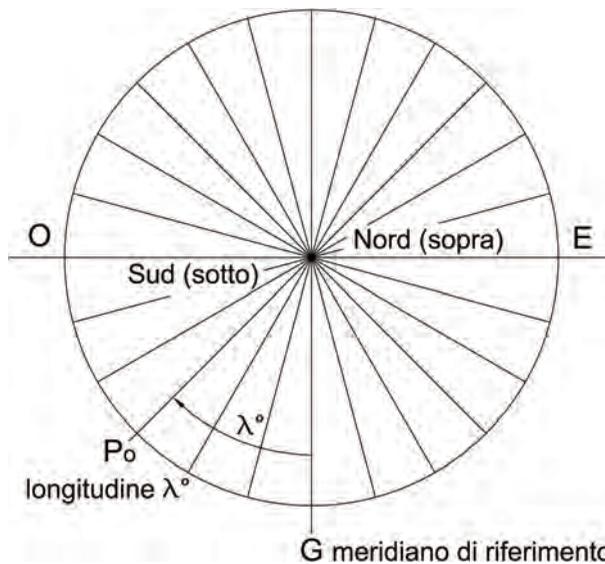


Figura 9 – Sezione della Terra per la definizione di longitudine  $\lambda$  di un punto  $P_0$ . Per convenzione dal 1884 il meridiano di riferimento è quello passante per Greenwich sobborgo della contea della Grande Londra, sulla riva destra del Tamigi.

### Angolo orario

Facendo esplicito riferimento al Sole, di cui si considera il moto apparente rispetto alla Terra (sistema geocentrico), si definisce Mezzogiorno del luogo, cioè nel punto  $P_0$  in esame, il momento in cui il Sole passa sul meridiano del luogo; in quel momento rispetto a quel punto il Sole ha raggiunto la massima altezza,  $h_{12}$ , e il piano passante per l'asse terrestre e il Sole è ortogonale all'orizzonte di  $P_0$ .

L'angolo percorso dal Sole misurato sulla sfera celeste, a partire dal mezzogiorno, definisce l'angolo orario  $H$  il quale è allora per definizione nullo a mezzogiorno e ha valori positivi andando verso il tramonto e valori negativi andando verso l'alba (fig. 10).

Siccome il Sole si “muove rispetto alla Terra” con velocità costante e compie un giro,  $360^\circ$ , in 24 ore esso compie  $360^\circ/24 = 15$  gradi ogni ora. Prendendo sulla Terra un meridiano di riferimento come zero (meridiano di Greenwich) di  $15^\circ$  in  $15^\circ$  possono essere tracciati tutti i meridiani orari (fusi orari).

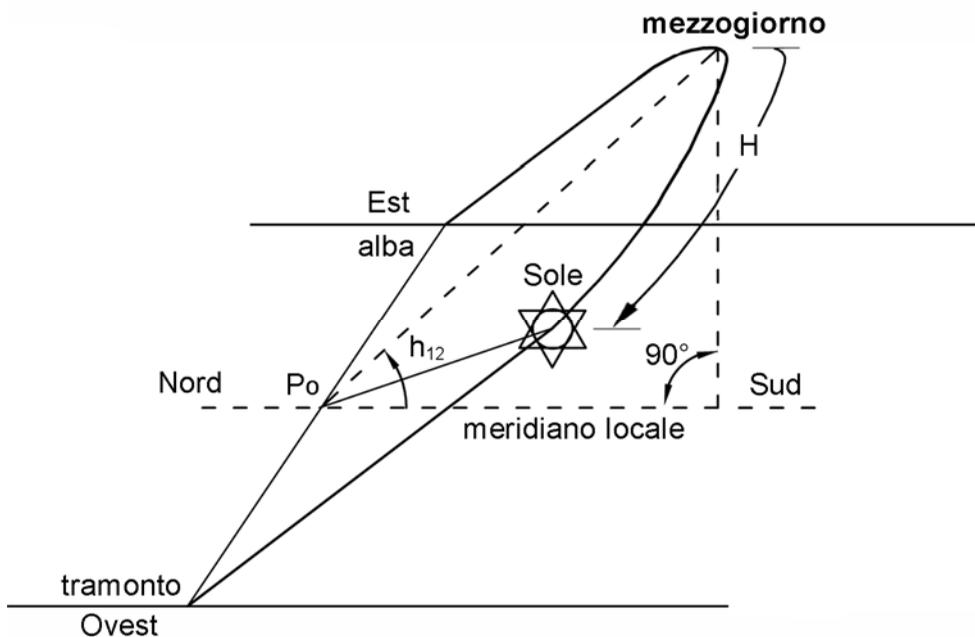


Figura 10 – Percorso apparente del Sole dall'alba al tramonto e definizione di angolo orario  $H$ . Poiché il Sole, nel suo moto apparente, in un'ora percorre  $15^\circ$ , dall'ora del giorno è calcolabile l'angolo orario, considerato 0 a mezzogiorno. L'angolo  $h_{12}$  è l'altezza del Sole a mezzogiorno (Sole che attraversa il meridiano locale).

### Declinazione del Sole

Nel suo moto apparente il Sole durante l'anno sembra oscillare intorno all'asse equatoriale (fig. 11). L'angolo  $\delta$  che la congiungente il Sole col centro della Terra forma con l'asse equatoriale prende il nome di declinazione la quale ovviamente cambia istante per istante (avendo il Sole un moto continuo) raggiungendo i due valori estremi di  $+23,5$  gradi e  $-23,5$  gradi, in cui avviene “l'inversione del moto”. In figura 11 si può osservare che

solo nei punti sulla Terra compresi fra le latitudini  $+23,5^\circ$  e  $-23,5^\circ$  la congiungente il centro del Sole col centro della Terra per due volte l'anno è perpendicolare al piano tangente al punto considerato. I due paralleli che definiscono queste posizioni estreme prendono il nome di Tropici. A tutte le altre latitudini il Sole “non arriva” mai a perpendicolo. Nella figura 12 si può notare che quando il Sole è allineato con l'asse equatoriale, il che avviene il 21 marzo e il 23 settembre, determina un disco di luce (o forse sarebbe meglio dire: un disco di separazione fra la zona illuminata e quella buia) che passa esattamente per i poli. In questi due giorni, che prendono il nome di Equinozi, il giorno (inteso come ore di luce, da alcuni chiamato il dì) dura esattamente quanto la notte, 12 ore, in tutti i punti della Terra.

Dopo tre mesi dall'equinozio di primavera, il 21 giugno, il Sole ha una declinazione di  $+23,5^\circ$  e si trova, rispetto alla Terra, come indicato in figura 13, solstizio d'estate (emisfero Nord o Boreale). Il disco di luce forma allora con l'asse equatoriale un angolo di  $66,5^\circ$  e definisce a queste latitudini due paralleli, circoli polari, sopra ai quali non si ha più l'alternanza giornaliera di luce e buio. Si può anche osservare che dall'equinozio di primavera al solstizio d'estate, nell'emisfero Nord, andando verso il polo le giornate si allungano e le notti si accorciano; la situazione è opposta nell'emisfero Sud o Australe.

Dal solstizio d'estate andando verso l'equinozio d'autunno, nell'emisfero Boreale, le giornate si accorciano pur rimanendo più lunghe delle notti.

In figura 14 si riporta la situazione al solstizio d'inverno, 22 dicembre, le deduzioni possibili sono analoghe alle precedenti.

Facciamo notare esplicitamente che esattamente ai poli il “giorno” dura sei mesi l'anno, e così pure la “notte”, mentre esattamente all'equatore giorno e notte durano 12 ore tutto l'anno.

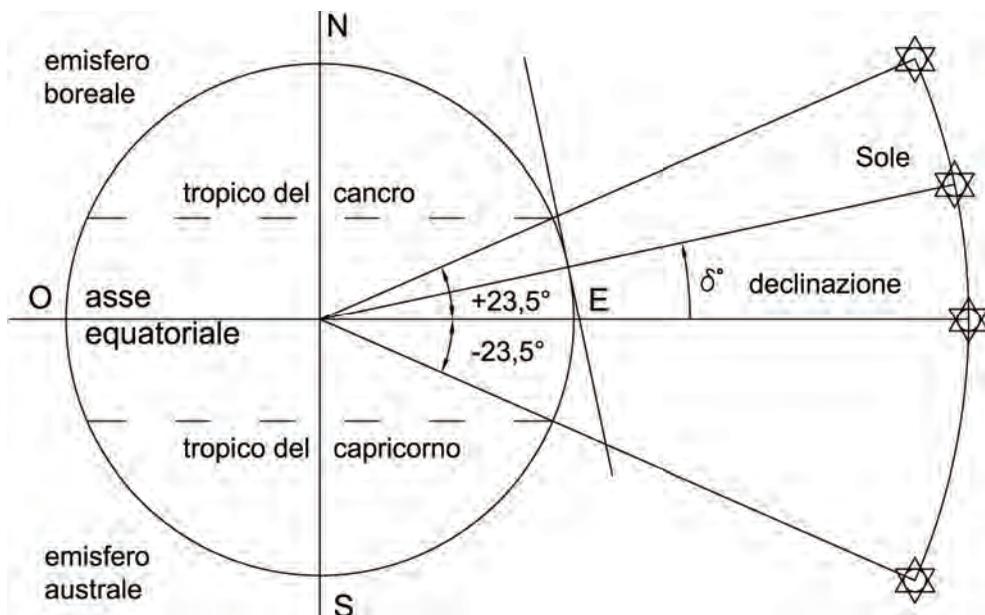


Figura 11 – Arco di oscillazione apparente del Sole durante l'anno e definizione della sua declinazione  $\delta$  in un giorno qualsiasi dell'anno (sono positivi gli angoli misurati verso Nord). Le posizioni estreme del Sole definiscono i tropici.

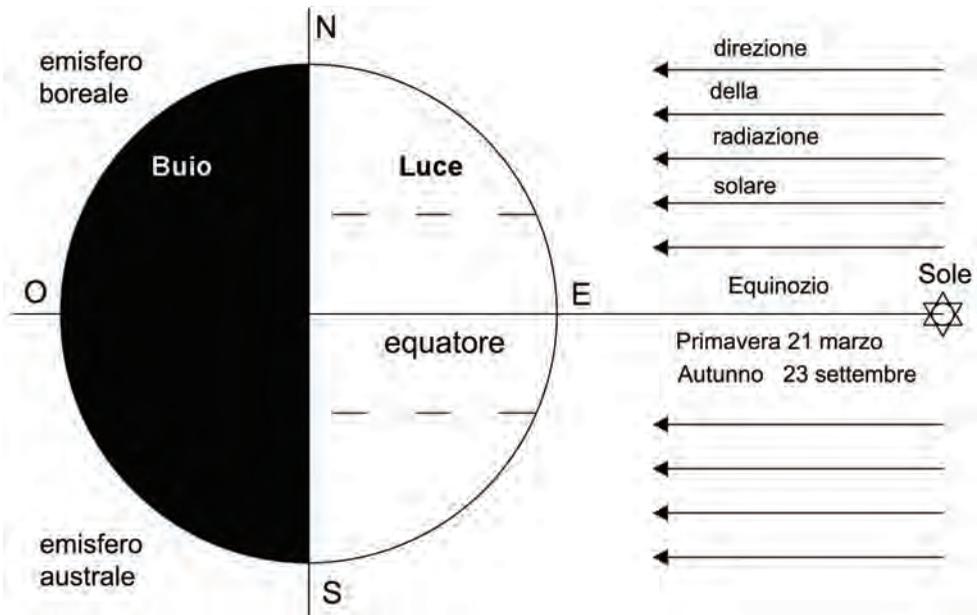


Figura 12 – L'equinozio si ripropone il 21 marzo e il 23 settembre, in questi giorni, in tutto il globo il dì dura esattamente 12 ore come la notte.

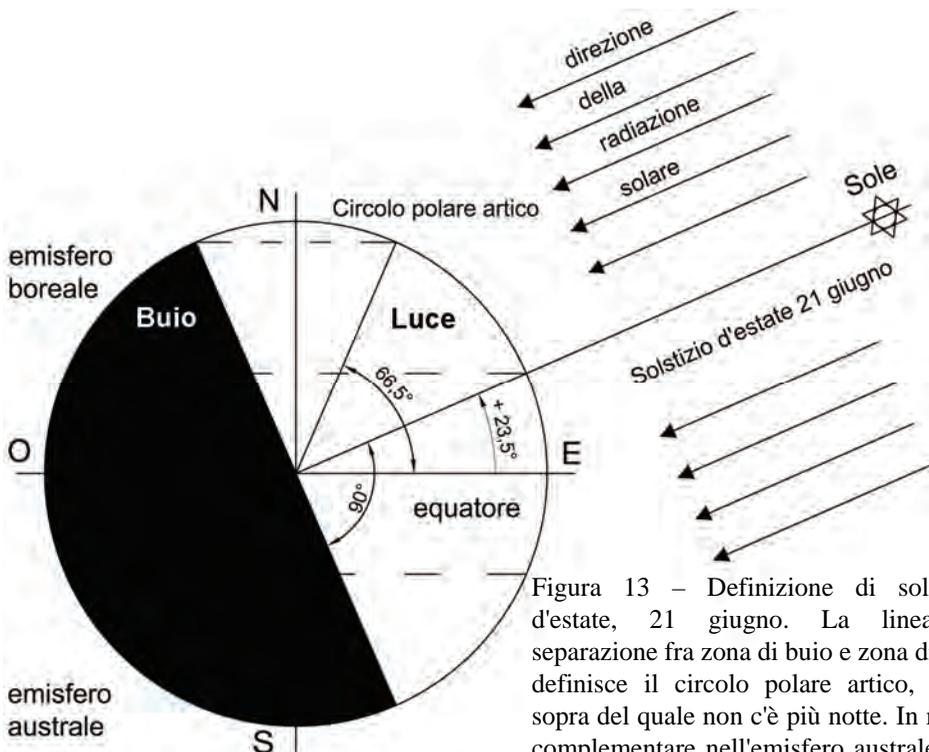


Figura 13 – Definizione di solstizio d'estate, 21 giugno. La linea di separazione fra zona di buio e zona di luce definisce il circolo polare artico, al di sopra del quale non c'è più notte. In modo complementare nell'emisfero australe non c'è più il dì.

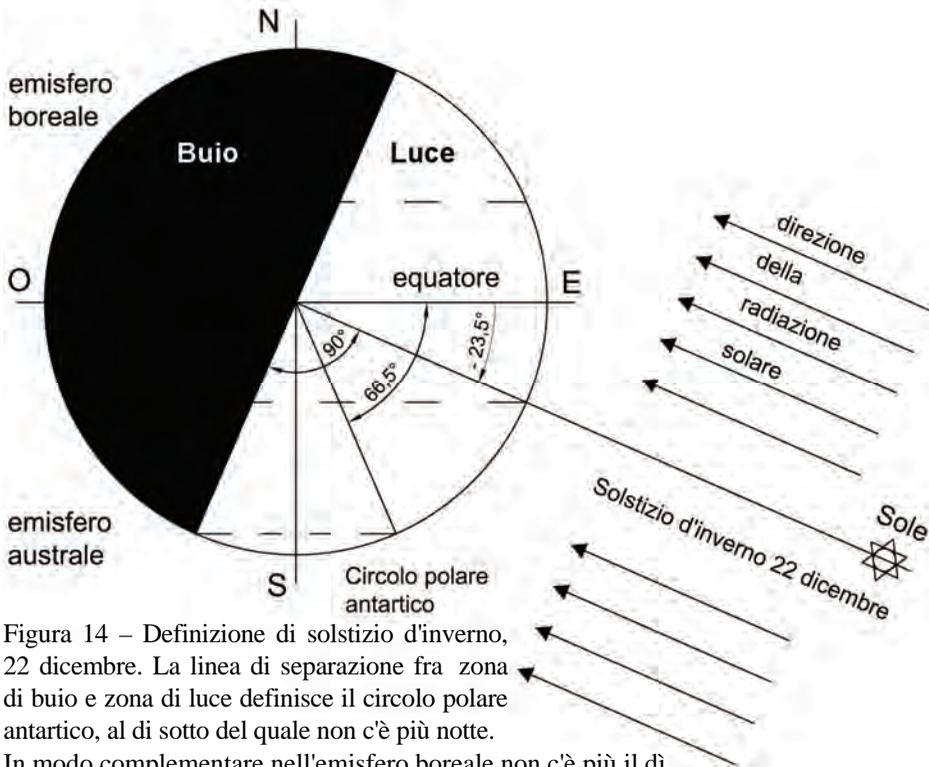


Figura 14 – Definizione di solstizio d'inverno, 22 dicembre. La linea di separazione fra zona di buio e zona di luce definisce il circolo polare antartico, al di sotto del quale non c'è più notte.

In modo complementare nell'emisfero boreale non c'è più il dì.

### Coordinate del Sole

Da quanto precede risulta chiaro che la posizione del Sole, valutata in un certo istante da un punto della Terra, dipende:

- dal punto di osservazione, attraverso la sua latitudine  $\varphi$ ;
- dal giorno dell'anno, attraverso la declinazione  $\delta$ ;
- dal momento del giorno, attraverso l'angolo orario  $H$ .

Nella figura 15 sono indicati questi parametri e gli altri fin qui definiti, in relazione a un punto  $P_O$  sulla Terra.

Si può dimostrare che alla latitudine  $\varphi$ , il giorno  $n$  (ennesimo giorno dell'anno a partire dal primo gennaio considerato 1) all'ora definita dall'angolo orario  $H$ :

– l'altezza  $h$  del Sole sull'orizzonte è data da:

$$\text{sen } h = \text{sen } \delta \text{ sen } \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos H \quad (3)$$

dove la declinazione giornaliera  $\delta$  può essere stimata con buona approssimazione con:

$$\delta = 23,5^\circ \cos \left[ \frac{360^\circ (n - 172)}{365} \right] \quad (4)$$

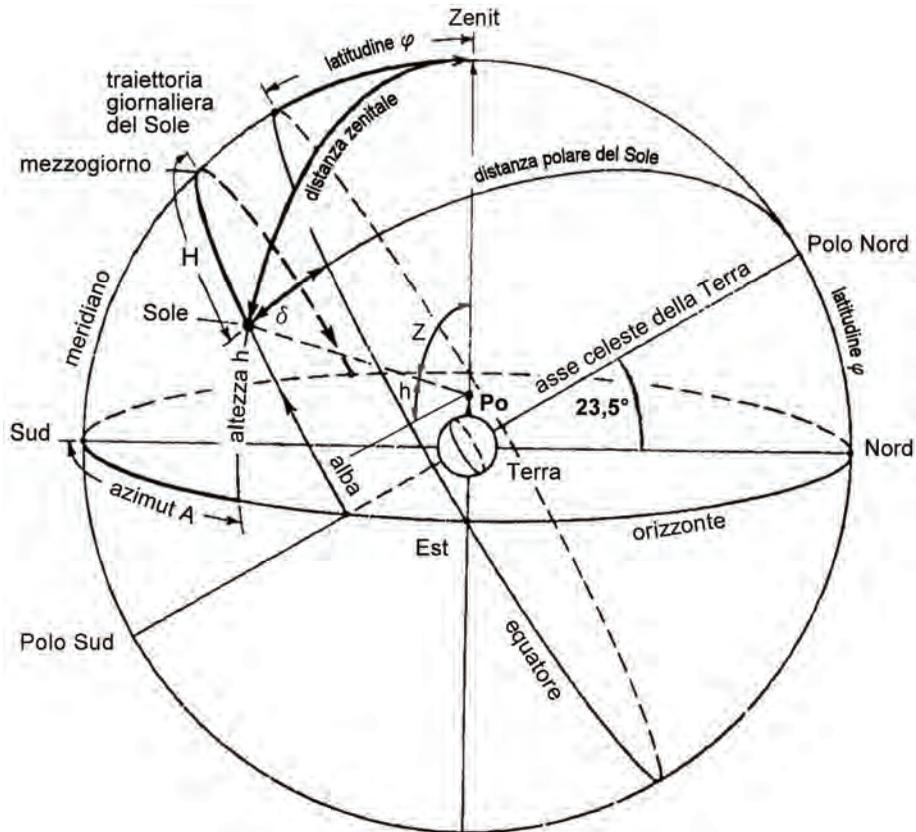


Figura 15 – Sfera celeste e coordinate solari relative a un osservatore nel punto  $P_o$ . (elaborazione da [13] pag. 287).

– la durata in ore del giorno è:

$$N = 2 \frac{H_g}{15^\circ} \quad (5)$$

dove  $H_g$  è l'angolo orario (in gradi) all'alba e al tramonto ed è calcolabile con:

$$\cos H_g = -\text{tg } \delta \text{ tg } \varphi \quad (6)$$

– la radiazione massima (teorica, ovvero in assenza di atmosfera) vale:

$$I_{\max} = I_0 \text{ sen } h_{12} \quad (7)$$

dove:  $I_0$  è la costante solare = 1400 joule al secondo per ogni metro quadrato;  
 $h_{12}$  è l'altezza del Sole sull'orizzonte a mezzogiorno (altezza massima),  
 ovvero nel momento in cui attraversa il meridiano del luogo considerato.

In figura 16 è riportata la durata del giorno (del dì) alle varie latitudini al solstizio d'estate (la situazione fra i due emisferi si inverte al solstizio di inverno). In figura 17 è riportata l'altezza massima  $h_{12}$  e la radiazione massima teorica, lungo uno stesso meridiano al solstizio d'estate (la situazione fra i due emisferi si inverte al solstizio di inverno).

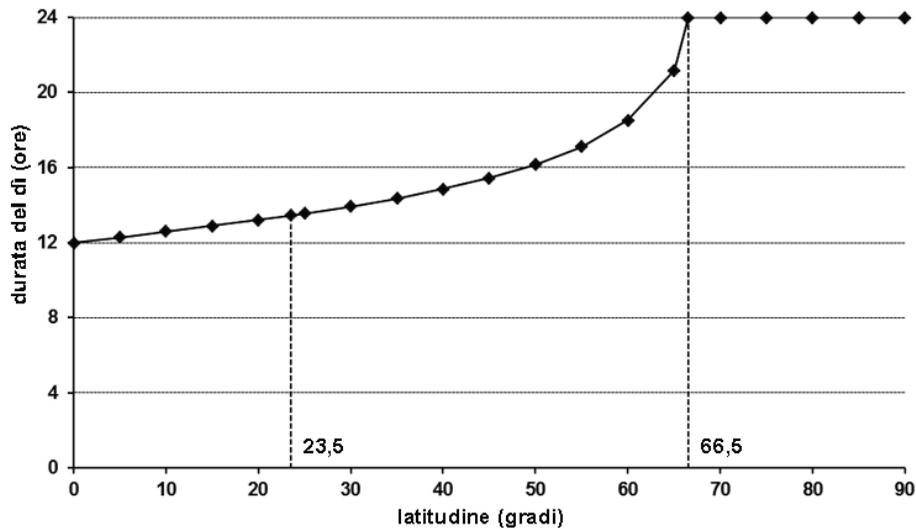


Figura 16 – Emisfero Nord. Durata del dì alle varie latitudini, lungo lo stesso meridiano, al solstizio d'estate. Si osservi che all'equatore (latitudine  $0^\circ$ ) il dì, come in ogni giorno dell'anno, dura 12 ore (poco più lungo al tropico,  $23,5^\circ$ ) e che dal circolo polare ( $66,5^\circ$ ) in poi il dì dura 24 ore.

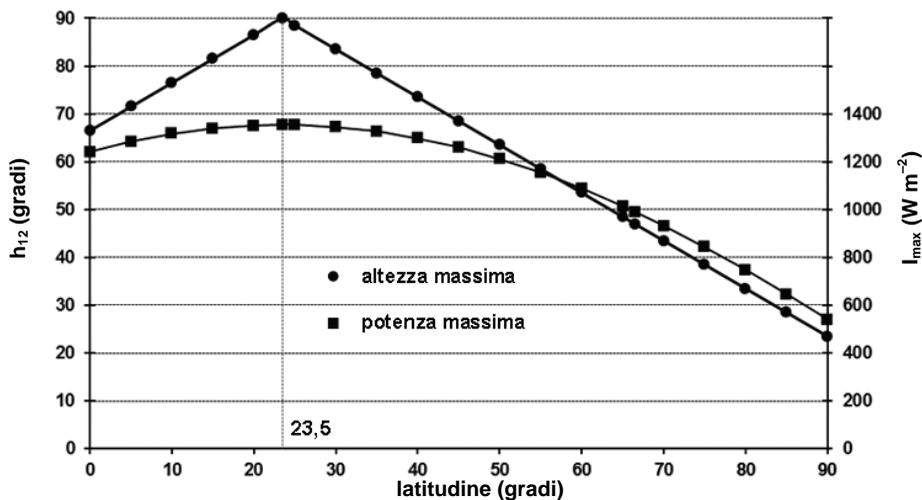


Figura 17 – Emisfero Nord. Altezza massima del Sole ( $h_{12}$ ) e potenza radiativa massima teorica ( $I_{max}$ ), alle varie latitudini lungo uno stesso meridiano (al mezzogiorno locale) al solstizio d'estate. Si osservi che i valori massimi di altezza massima e di potenza si hanno in corrispondenza del tropico (latitudine  $23,5^\circ$ ).

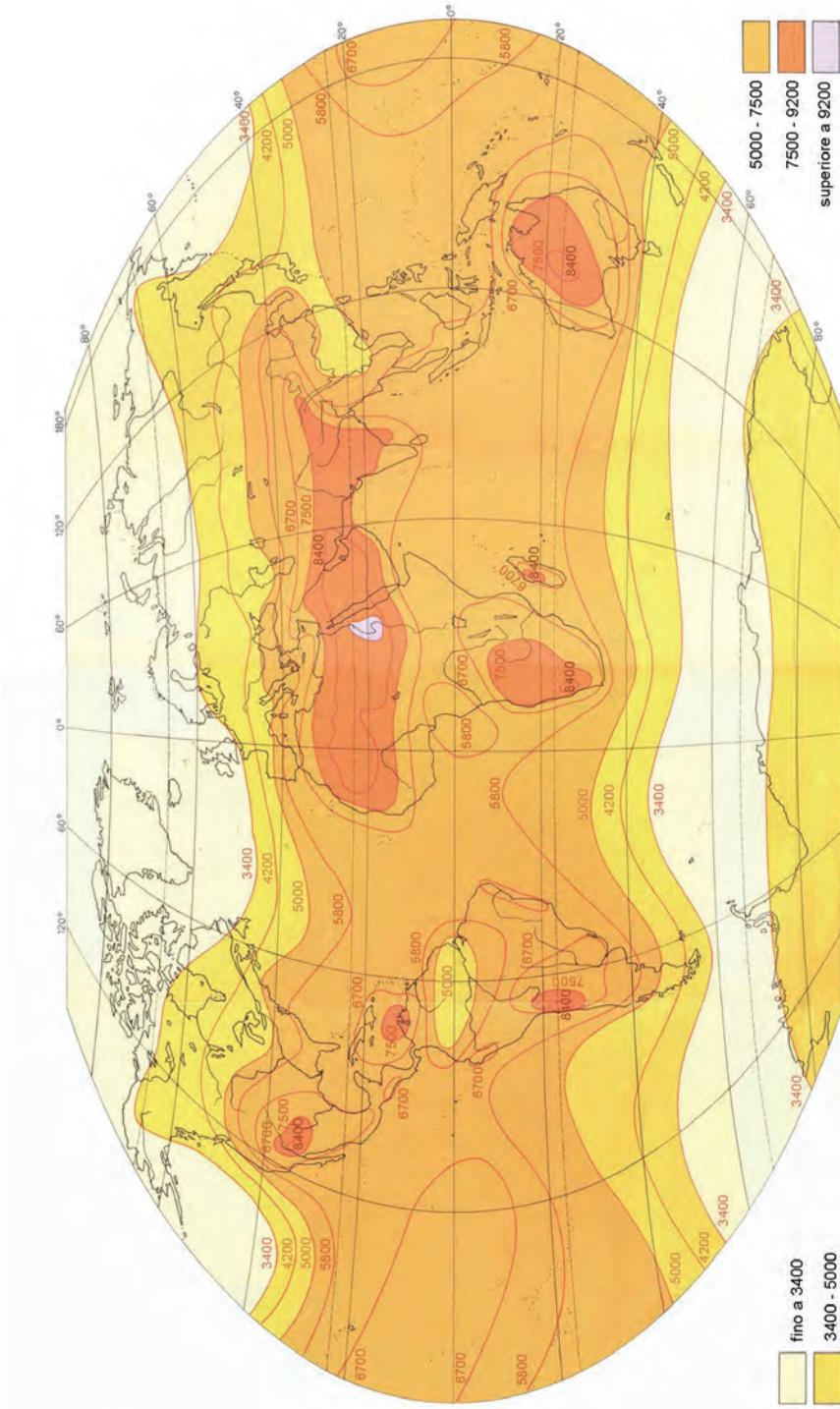


Figura 18 – Radiazione solare globale in MJ/m<sup>2</sup> per anno, raccolta sulla superficie terrestre (elaborazione da [16] Tavola 1 di H. E. Landsberg).

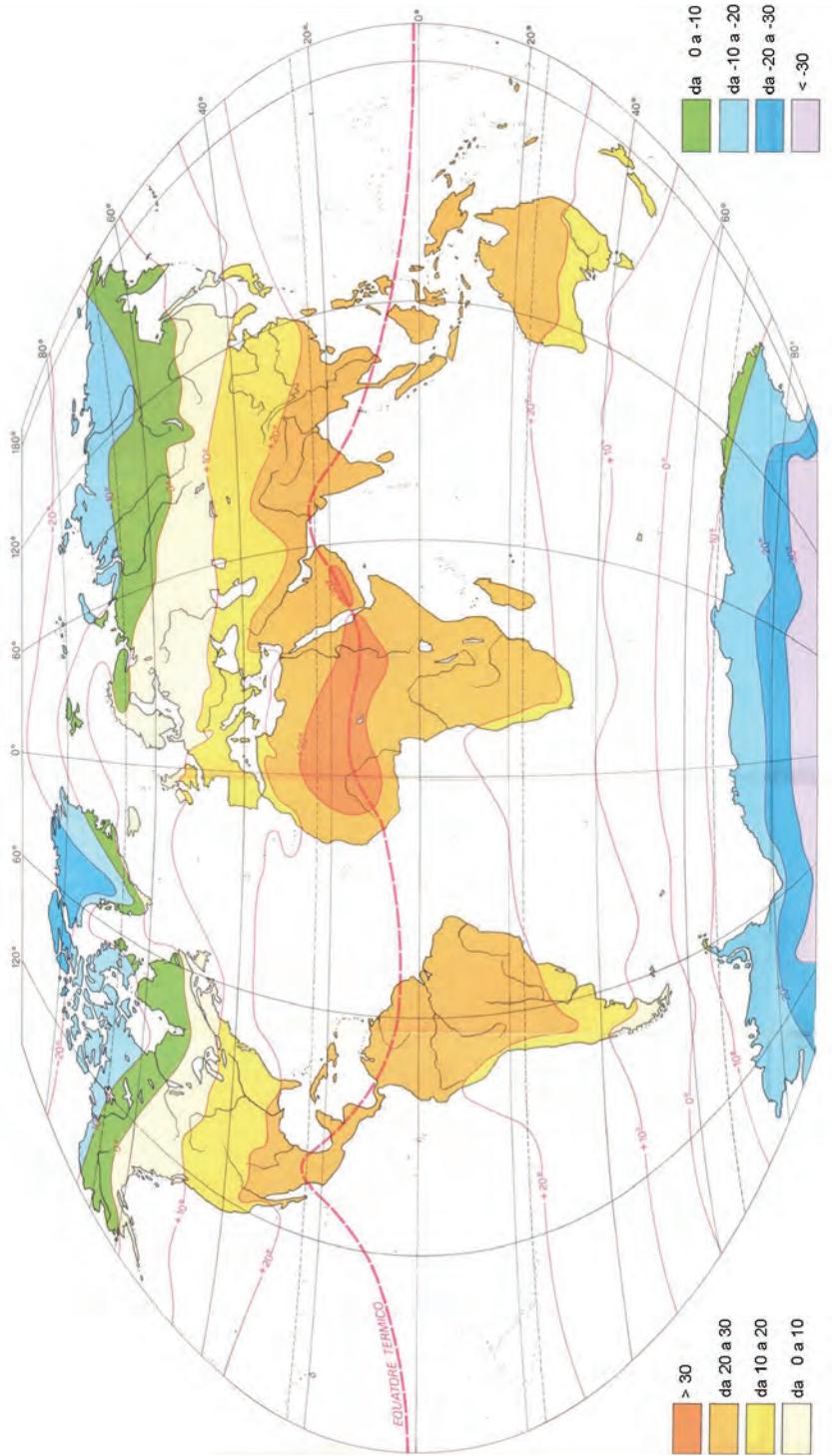


Figura 19 – Temperatura media in gradi centigradi, ridotta al livello del mare (elaborazione da [116], tavola 2).

In sintesi possiamo dire che l'irraggiamento solare al di sopra dell'atmosfera, in un dato giorno, si ripete in tutti i punti di uno stesso parallelo ma si differenzia, anche molto, lungo un meridiano. Questa affermazione non può però essere trasferita tal quale alle condizioni meteo-climatiche, poiché queste sono una conseguenza dell'interazione fra radiazione solare, atmosfera e natura, forma e dimensioni delle superfici che la intercettano (ad esempio terra ferma e mare, pianura e montagna, ecc.). Nella figura 18 (pag. 137) si riporta la radiazione solare globale raccolta dalla superficie terrestre, espressa come energia per metro quadrato in un anno (valori che tengono conto delle condizioni atmosferiche medie). Nella figura 19 (pag. 138) è invece riportata la conseguenza più immediata dell'irraggiamento solare sulla Terra, ovvero la temperatura media annua (riportata al livello del mare).

### 3 La conversione biologica dell'energia solare

La conversione biologica dell'energia solare avviene prevalentemente nella gamma visibile (essendo quella più disponibile) e fra tutti i processi che attuano questa conversione domina la fotosintesi clorofilliana<sup>8</sup>, da cui dipende l'intera catena trofica e quindi la vita stessa: 72 miliardi di tonnellate di carbonio sono annualmente fissati in composti organici dagli organismi autotrofi<sup>9</sup>.

È a tutti noto che la radiazione che arriva al suolo direttamente dal disco solare, nella gamma visibile, appare all'occhio umano come una luce bianco-giallognola (ciò è dovuto al fatto che il massimo di emissione solare è intorno ai 550 nm ovvero, come vedremo fra poco, nella banda di colore giallo-verde) ma, come si osserva nelle figure 3 e 4, è la somma di un insieme continuo di lunghezze d'onda che vanno da 0,4 a 0,7  $\mu\text{m}$ . Questa banda di lunghezze d'onda può essere suddivisa a sua volta, convenzionalmente, in sette gamme. Ciascuna di queste, presa singolarmente, stimola particolari recettori dell'occhio umano che danno la visione del colore: viola, indaco (=blu), azzurro, verde, giallo, arancio, rosso; ovvero i sette colori dell'arcobaleno. Nella figura 20 sono riportati, per le diverse lunghezze d'onda, questi colori senza soluzione di continuità nel passaggio dall'uno all'altro, colori ottenibili scomponendo la luce naturale con un prisma di vetro. In altre parole: la luce solare, che per l'occhio umano è bianca, è la risultante della mescolanza di queste sette bande spettrali; rapporti qualitativi e quantitativi diversi, rispetto alla radiazione solare, di queste sette componenti, danno l'infinita gamma dei colori percepibili.

Il colore di un oggetto è allora dato dall'insieme delle componenti di radiazione che esso non assorbe ma riflette (o trasmette se traslucido); ovviamente tutte le altre componenti non riflesse (o non trasmesse) vengono assorbite dal corpo aumentandone la temperatura.

---

<sup>8</sup> La fotosintesi clorofilliana permette di convertire l'energia luminosa, che colpisce le foglie, in energia chimica. I cloroplasti, corpuscoli cellulari verdi contenuti nelle foglie, per effetto della radiazione solare trasformano le sostanze inorganiche, come l'acqua e l'anidride carbonica, in sostanze organiche complesse, come gli zuccheri e gli amidi.

<sup>9</sup> Autotrofi: sono detti gli organismi (fondamentalmente le piante) capaci di produrre, a partire da sostanze inorganiche, le sostanze organiche di cui abbisognano. Eterotrofi: sono detti gli organismi incapaci di produrre autonomamente i propri alimenti e quindi si nutrono direttamente (erbivori) o indirettamente (carnivori) degli autotrofi, che per questo motivo stanno alla base della catena trofica.

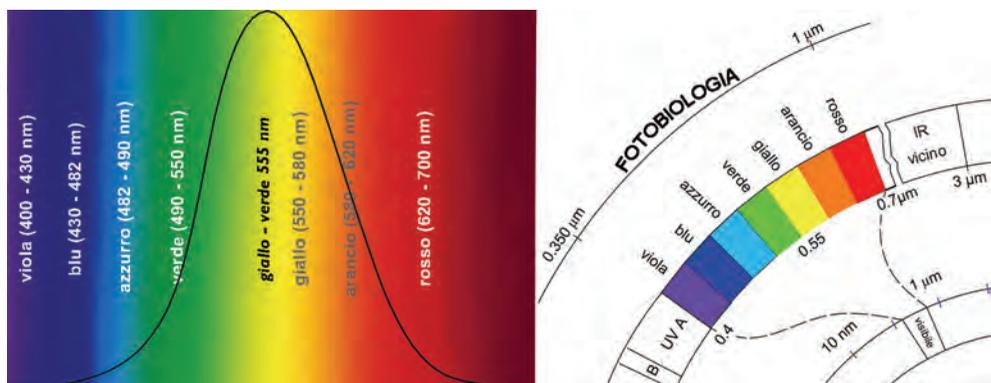


Figura 20 – I “colori” della radiazione solare visibile all’occhio umano. La curva (all’interno del rettangolo colorato) mostra la risposta fotopica (= in piena luce) dell’occhio, che ha la massima capacità visiva nella gamma di radiazione giallo verde. La capacità visiva si riduce nelle altre gamme fino ad annullarsi completamente agli estremi del viola e del rosso.

Un oggetto che in luce solare assorbe tutta la radiazione su di esso incidente (e quindi non riflette nessuna frequenza visibile) viene percepito dall’occhio umano di colore nero.

Un oggetto che in luce solare riflette tutta la radiazione su di esso incidente (e quindi non assorbe nessuna frequenza visibile) viene percepito dall’occhio umano di colore bianco.

È esperienza comune che un oggetto che in luce bianca è “bianco”, ovvero riflette tutta la radiazione incidente, se illuminato con luce rossa risulta rosso; se illuminato con luce blu appare blu.

Da quanto sopra risulta chiaro che un corpo, non luminoso, non ha un colore proprio, ma ha il colore che gli viene in conseguenza al contenuto spettrale della radiazione che lo colpisce e alla sua capacità di riflettere o assorbire certe lunghezze d’onda. Se le lunghezze d’onda che esso riflette non sono contenute nella radiazione dell’illuminante, il corpo appare nero. Tutti i corpi hanno riflessione e assorbimento spettrali, cioè diversi per le singole lunghezze d’onda o per bande di lunghezze d’onda. La pelle umana “bianca” riflette tutta la radiazione visibile nel suo complesso (luce bianca) e quindi anche le singole bande di colore che la compongono, mentre assorbe la radiazione ultravioletta contenuta nella radiazione solare.

Si deduce allora che il colore di un oggetto, non luminoso, non è una caratteristica intrinseca dell’oggetto (come ad esempio il volume), ma dipende dalla radiazione che lo illumina cioè dipende dall’ambiente in cui si trova<sup>10</sup>.

Queste nozioni di fisica della radiazione dovrebbe far meditare su un aspetto etico: è immorale discriminare le persone in base al loro modo di essere ed è risibile giudicarle per il loro “colore”, quando la fisica mostra che il colore non è una caratteristica intrinseca del soggetto!

Della luce solare beneficiano quasi tutti gli animali, anche quelli che non distinguono le diverse lunghezze d’onda e quindi hanno una visione cromatica parziale se

<sup>10</sup> Ad esempio, un’altra caratteristica non intrinseca dei corpi, ovvero dipendente dall’ambiente in cui viene rilevata, è il peso; a differenza di questo la massa di un corpo è indipendente dall’ambiente. La massa  $m$  e il peso  $p$  di un corpo sono legati dalla relazione:

$$p = m \cdot g \quad \text{dove } g \text{ è l’accelerazione di gravità nel luogo in cui è posto il corpo.}$$

non addirittura in bianco e nero. Ad esempio i cani non sono in grado di distinguere il rosso dal verde; ciò significa che i cani guida, al semaforo, non si basano sui colori ma sulle modificazioni dell'illuminazione. I bovini non riescono a vedere il rosso, essi vedono solo le lunghezze d'onda dal giallo al blu, il che significa che i tori non percepiscono il colore della muleta rossa utilizzata dai toreri ma ne vedono solo il movimento [15]. I mammiferi marini e alcune specie di squali sembra abbiano visione monocromatica (bianco-nero) mentre le api vedono anche nell'ultravioletto. Queste affermazioni ci consentono di articolare meglio un concetto già espresso "il colore non è una caratteristica intrinseca degli oggetti", esso dipende da:

- riflettanza spettrale della superficie dell'oggetto considerato;
- spettro radiativo della sorgente illuminante;
- percettività spettrale dell'osservatore.

Per il toro la muleta, che l'uomo vede rossa, è grigia! E come fare a dargli torto, per lui il rosso non esiste!

Vi sono inoltre animali che, vivendo permanentemente in assenza di radiazione luminosa, nelle grotte o negli abissi marini, nella loro evoluzione hanno "rinunziato" agli occhi e sviluppato altri sensi per trovare il cibo o il *partner*.

Anche le piante utilizzano la luce solare in particolare assorbono, per l'attività fotosintetica, le componenti blu e rosse e riflettono la parte rimanente dello spettro solare visibile che, in assenza di blu e di rosso, è in massima parte verde (da qui il colore con il quale si mostrano le foglie). Altri processi di biologia vegetale correlati alla radiazione solare sono [17]:

- il fotoperiodismo, legato alla durata del giorno e della notte, che condiziona certi aspetti fondamentali quali ad esempio la fioritura;
- il fototropismo (condizionato principalmente, secondo alcuni autori, dalla radiazione blu) che consente alla pianta di "spingersi" verso le sorgenti di radiazione (piante eliofile) o ad "allontanarsi" da queste (piante sciafile);
- la fotomorfogenesi che coinvolge la radiazione solare dal visibile all'infrarosso vicino e per la quale si determinano forma e dimensioni delle piante.

In riferimento a questo ultimo punto si vuol fare notare come le piante, in particolare le arboree, nella loro evoluzione hanno assunto forme legate all'intensità radiativa del Sole. Nelle savane della fascia equatoriale, ovvero laddove il Sole va molto alto sull'orizzonte, gli alberi, ad esempio le acacie, per esporre al Sole la massima superficie fogliare hanno sviluppato chiome piatte e orizzontali<sup>11</sup>. Viceversa alle alte latitudini, dove il Sole rimane basso sull'orizzonte, il massimo di intercettazione solare lo ottengono le piante che hanno una chioma coniforme<sup>11</sup>, come ad esempio gli abeti. Nelle zone desertiche inter-tropicali dell'America dove all'elevata insolazione è associata una forte carenza idrica alcune specie (le cactacee) hanno rinunciato alle foglie che, dagli stomi, disperdono il vapore e hanno trasformato il fusto, che essendo verde provvede alla fotosintesi, in un contenitore d'acqua.

I vegetali, terrestri e marini, stanno alla base della catena trofica, di essi l'uomo si nutre sia direttamente sia indirettamente, quando si ciba di animali erbivori. Questi ultimi trasformano le proteine e i grassi vegetali in proteine e grassi animali molto più utili, poiché

---

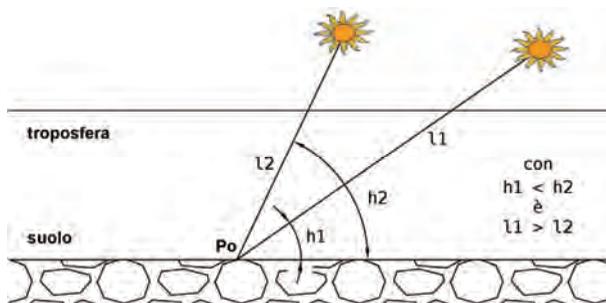
<sup>11</sup> Ovviamente la forma della chioma è legata anche ad altre condizioni ambientali. Ad esempio la forma della chioma delle acacie riduce la defogliazione da parte degli erbivori. La forma della chioma degli abeti massimizza l'intercettazione della radiazione solare (scarsa nel loro habitat) e riduce il deposito di neve che potrebbe provocare la rottura dei rami.

immediatamente efficaci, ed energetici di quelli vegetali. Da qui l'ominide che diventa predatore; inoltre l'animale vivo si "conserva" meglio e più a lungo dei vegetali e della carne, da qui l'addomesticazione degli animali.

Per quanto riguarda la biologia marina si deve tener conto che la luce solare, mentre è relativamente poco influenzata dallo spessore dell'atmosfera (che ne altera poco lo spettro<sup>12</sup>), è fortemente e selettivamente influenzata dall'acqua. In altre parole, le diverse frequenze componenti la radiazione visibile sono attenuate in modo diverso dallo spessore dell'acqua. Più specificatamente la colonna d'acqua tende ad assorbire fortemente il rosso che non supera i 10 m di profondità, l'arancione penetra fino a circa 20 m, il giallo fino a circa 50 m (e qui termina quella che viene definita zona eufotica), il verde fino a 100 m e il blu fino a poco oltre i 200 m. Man mano che una gamma di frequenze (ovvero una banda di colore) viene assorbita dall'acqua il mondo assume colorazioni diverse, fino a diventare un mondo blu e nero laddove solo le lunghezze d'onda comprese fra 400 nm e 450 nm riescono a penetrare (*pianeta blu*, figura 21). Oltre i 500 m di profondità regna il buio assoluto dove alcune specie animali possono sfruttare la chemioluminescenza<sup>13</sup>.

Rare sono le eccezioni di ecosistemi non dipendenti dalla radiazione solare e le si trovano solamente nei fondali oceanici. Qui sono stati individuati (ma al momento solo l'1% dei fondali è stato studiato) due tipi di ecosistemi particolari ai quali l'energia viene fornita a colonie batteriche<sup>14</sup>, in un caso, da fumarole di acido solfidrico ad altissima temperatura (scoperte, nel 1977, alla profondità di 2500 m su una dorsale media oceanica nelle Galapagos [7, 11, 12]) e, nell'altro, da emissioni di metano (scoperte, nel 1990, in un fondale di circa 800 m in una sorta di "laghetto subacqueo" estremamente salato di circa 20 m di diametro, nel Golfo del Messico [18, 19]). Queste colonie batteriche (forse le forme di vita più arcaiche sul nostro pianeta) stanno alla base di catene trofiche con al vertice minuscoli crostacei e piccoli pesci.

<sup>12</sup> Le alterazioni maggiori si hanno ai crepuscoli (alba-aurora e tramonto) quando, per il maggior spessore di aria attraversato, la radiazione solare acquisisce una dominante rossa, che tanto ha ispirato i poeti. Vedi figura dove con  $h_1$  minore di  $h_2$  abbiamo  $l_1$  maggiore di  $l_2$ :



<sup>13</sup> La chemioluminescenza è l'emissione di radiazione elettromagnetica, in particolare nel visibile e nel vicino infrarosso, che può accompagnare una reazione chimica. Quando il fenomeno si verifica in sistemi biologici (ad esempio il pesce vipera - *Chauliodus sloani*), si parla di bioluminescenza; in questi casi le reazioni sono catalizzate da enzimi.

<sup>14</sup> Batteri chemiosintetici. In altre parole il meccanismo della fotosintesi operata dalle piante viene sostituito dal meccanismo della chemiosintesi operata da particolari batteri.



**A**

Figura 21 – Man mano che le bande di colore della radiazione solare vengono assorbite dall'acqua il mondo diventa sempre più blu e oltre i 500 m di profondità tutto si perde nel buio più assoluto (foto Gianni Fasano, CNR-IBIMET Sassari).  
Figura A entro 10 m  
Figura B entro 20 m  
Figura C intorno ai 50 m



**B**



**C**

Ovviamente anche se la “vita” non necessariamente è iniziata grazie alla radiazione solare, senza questa non avrebbe potuto svilupparsi nella molteplicità delle forme che l’evoluzione ha prodotto.

Anche le onde di frequenze maggiori al visibile che raggiungono il suolo ovvero l’UV, nelle due gamme A ( $315 \div 400$  nm) e B ( $280 \div 315$  nm), hanno influenza sulla biosfera<sup>15</sup> decrescente col diminuire della lunghezza d’onda, sia perché emesse in quantità minore dal Sole sia perché fortemente assorbite dall’atmosfera (fig. 4), in particolare dalla fascia di ozono che avvolge, come un guscio protettivo, l’atmosfera fra i 30 e i 70 km da suolo (vedi note 6 e 7).

L’UV che raggiunge l’uomo ne attraversa l’epidermide, penetra nel derma e stimola la fotosintesi della vitamina D. Questa vitamina liposolubile ha due funzioni fondamentali: la regolazione del metabolismo del calcio (formazione delle ossa, azione anti-rachitica) e la regolazione della risposta immunitaria, di tipo innato, contro gli agenti microbici. La vitamina D è inoltre coinvolta anche in altri aspetti biologici quali: tono muscolare, coagulazione del sangue, strutture delle membrane, ecc. L’epidermide “nera” assorbe tutta la radiazione visibile e in parte l’ultravioletta, consentendo la penetrazione fino al derma solo di quella piccola quantità di UV necessaria e sufficiente per la sintesi della vitamina D. L’epidermide “bianca” riflette la radiazione visibile ma trasmette la radiazione UV che penetra fino al derma dove, se in quantità non eccessiva, stimola i melanociti che tendono a scurire la pelle proprio per limitare la penetrazione dell’UV. Invece se la quantità di UV è eccessiva questa autodifesa può non essere sufficiente e le cellule del derma possono venire danneggiate, anche con conseguenze tragiche per l’organismo.

Ovviamente effetti biologici sono prodotti anche dalle lunghezze d’onda superiori alla radiazione visibile, in particolare l’infrarosso vicino e medio, effetti più modesti li danno le onde più lunghe (IR lontano e micro-onde) poiché emesse in quantità più ridotta dal Sole (fig. 3).

Il maggiore effetto dell’IR è il riscaldamento dell’ambiente (a cui contribuisce anche il visibile): la radiazione solare penetra l’atmosfera, che in pratica è trasparente (quindi non viene riscaldata) e raggiunge il suolo. Una parte modestissima di questa radiazione (prevalentemente nella gamma visibile) è riflessa verso il cielo, tutta l’altra è assorbita dalla superficie che, per convezione, riscalda a sua volta l’atmosfera. È esperienza comune che “al Sole” ci scaldiamo di più (radiazione intercettata direttamente) che “all’ombra” (riscaldamento indotto dall’aria). Alcune specie animali (dette comunemente a sangue freddo) variano la propria temperatura, e con essa le loro capacità vitali, con la temperatura dell’ambiente, ad esempio i rettili (animali eterotermi). Altre, omeoterme, mettono in atto vari meccanismi (ad esempio la sudorazione) per mantenere costante la temperatura corporea, indipendentemente dalla temperatura ambientale.

Abbiamo visto alcuni effetti positivi della radiazione solare, ma una eccessiva esposizione può produrre effetti negativi; limitandosi all’uomo:

- la radiazione globale, per effetto del riscaldamento, può portare a disidratazione della pelle e al “colpo di calore”, con conseguenze che possono essere fatali;
- la componente ultravioletta può produrre eritemi, tumori cutanei, danni corneali, ecc.

Per il primo punto la Natura non ha previsto nulla e quindi l’uomo ha dovuto imparare, come tutti gli altri animali, a stare all’ombra durante le ore più calde del giorno. Per il secondo punto ha dotato l’uomo, che vive nelle regioni in cui la radiazione solare è più

---

<sup>15</sup> Si indica con questo termine la porzione di atmosfera e di terra in cui è possibile la vita: circa 10.000 m sopra la superficie terrestre e circa 10.000 m sotto la superficie marina.

intensa, di pelle più scura. La pelle nera, meglio di quella bianca, converte l'energia radiante solare in calore e quindi attenua la radiazione ultravioletta che penetra il derma. Il colore della pelle è tanto più scuro quanto più prossimo all'equatore vive l'uomo (massima intensità radiativa). Allontanandosi dall'equatore la pelle risulta sempre più chiara perché, se ciò non fosse, abbassandosi l'intensità radiativa l'UV sarebbe insufficiente a stimolare la produzione della vitamina D. Si aggiunga a ciò che allontanandosi dall'equatore diminuisce anche la temperatura media e l'uomo tende a coprirsi e quindi, riducendo la superficie esposta, riduce ancor di più l'UV intercettato e di conseguenza la sintesi della vitamina D. Alle latitudini maggiori alla carenza di sintesi della vitamina di D si supplisce con l'alimentazione utilizzando cibi ricchi di tale vitamina (pesce, possibilmente crudo, grasso di animali, ecc.).

#### **4. La conversione fisica dell'energia solare**

Abbiamo già detto che l'energia solare viaggia nello spazio vuoto sotto forma di radiazione elettromagnetica (fig. 3) e che, quando raggiunge l'atmosfera terrestre, è di circa 1400 watt per metro quadrato. Attraverso l'atmosfera la radiazione subisce una attenuazione selettiva a opera dei diversi costituenti dell'atmosfera stessa. Parte della radiazione solare viene inoltre riflessa nello spazio dalle nubi, dalle polveri atmosferiche e dagli aerosol. Solo una parte riesce ad arrivare sulla superficie terrestre (fig. 4), che ne riflette a sua volta una quota in relazione alla natura della superficie interessata (massima per le superfici glaciali).

L'energia intercettata dalla Terra ne innalza la temperatura e promuove i fenomeni biologici e fisici. La Terra a sua volta riemette, sotto forma di radiazione infrarossa<sup>16</sup>, l'energia ricevuta in un equilibrio dinamico che la mantiene mediamente a circa 15 °C. Fra le cause della temperatura media della Terra il fenomeno più rilevante, a livello planetario, è quello noto come effetto serra. Questo si verifica poiché i gas presenti nell'atmosfera da un lato permettono il passaggio di gran parte delle radiazioni di piccola lunghezza d'onda provenienti dal Sole (prevalentemente nel campo dello spettro visibile), dall'altro bloccano e riflettono verso il basso quelle di maggiore lunghezza d'onda (prevalentemente nel campo dello spettro infrarosso) emesse dalla superficie terrestre e dagli oceani. La differenza tra la radiazione entrante nel sistema Terra-Atmosfera e quella che viene da questo riflessa e riemessa, determina il bilancio radiativo del nostro pianeta, che in assenza di atmosfera avrebbe una temperatura media di circa -27 °C [21].

L'energia solare attiva tutti i fenomeni termodinamici naturali che avvengono nell'atmosfera, negli oceani e sulla terra. La radiazione incidente sulla terra riscalda il suolo, per la quota di radiazione che questo assorbe. L'aria essendo praticamente trasparente alla radiazione solare, non viene riscaldata da questa ma si scalda a contatto col suolo, a causa di ciò diminuisce di densità e si solleva venendo sostituita da aria più fredda che scende e che a sua volta, a contatto col suolo si scalda e tende a risalire. Si innescano così quei moti convettivi che consentono il riscaldamento dell'atmosfera sovrastante la superficie considerata.

L'aria, come tutti i corpi sottoposti all'attrazione terrestre, ha un peso<sup>17</sup>, il rapporto

---

<sup>16</sup> Ricordando l'equazione 2 e considerando una temperatura media della Terra di 15 °C abbiamo che la lunghezza d'onda a cui il nostra pianeta emette la massima energia è di 10 μm cioè nella gamma dell'infrarosso medio.

<sup>17</sup> Un metro cubo d'aria, a livello del mare e alla temperatura di 0 °C, pesa 1290 grammi. Un metro cubo d'acqua, nelle stesse condizioni, pesa 1000 kilogrammi.

fra il peso di una colonna d'aria (dal suolo alla troposfera) e la superficie su cui questa insiste (base della colonna) definisce la pressione atmosferica. La pressione atmosferica non è uniforme sulla superficie terrestre ma varia nel tempo e da luogo a luogo, a causa di tre parametri: l'altitudine, la temperatura e la composizione dell'aria.

A parità di volume e composizione una massa d'aria calda ha una densità minore e pertanto esercita una pressione minore rispetto a uno stesso volume di aria fredda.

I venti sono originati da movimenti di masse d'aria che si spostano sulla superficie terrestre da zone a pressione è più alta, verso zone a pressione è più bassa (venti barici). Anche i gradienti termici che si possono avere, ad esempio, fra aria sulla terraferma e aria sul mare possono indurre spostamenti di masse d'aria (breeze) che possono essere anche particolarmente "efficaci" (venti monsonici). Questi spostamenti di aria, tendono a ristabilire l'equilibrio barico e a ridistribuire l'energia termica (figura 22).

Nelle zone intertropicali, maggiormente irraggiate dal Sole, si generano masse d'aria calda e umida che sollevandosi, per il meccanismo prima detto, richiamano al suolo, dalle latitudini maggiori, aria più fredda. Per contro l'aria calda, che si trova in quota, tenderà allora a sostituire l'aria delle latitudini maggiori, innescando così una circolazione che determina un trasporto di calore (sensibile e latente)<sup>18</sup> dalle zone calde a quelle fredde evitando un progressivo aumento delle temperature nelle zone di bassa latitudine, e un deficit di calore in quelle di alta latitudine<sup>19</sup>.

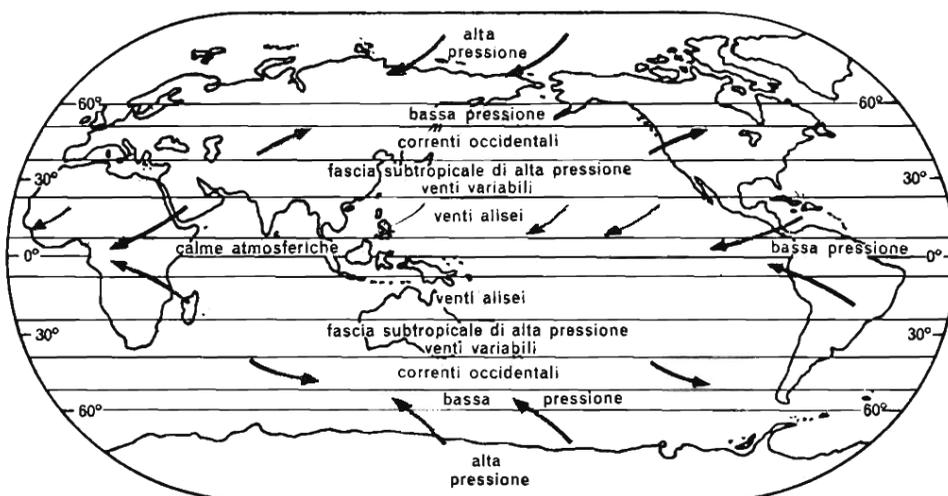


Figura 22 – Rappresentazione fortemente semplificata della distribuzione della pressione dei venti sulla superficie terrestre considerata uniforme. (elaborazione da [21]).

<sup>18</sup> Il calore sensibile rappresenta l'energia termica che si deve fornire o sottrarre a un corpo per variane la temperatura. Il calore latente rappresenta l'energia termica che si deve fornire o sottrarre a un corpo per provocarne un cambiamento di stato di aggregazione. Questi cambiamenti avvengono a temperatura costante e il calore fornito (sottratto) viene restituito (va fornito) nel cambiamento di stato opposto.

<sup>19</sup> Il vento sposta le masse d'aria umida verso latitudini maggiori dove la temperatura è più bassa. In queste condizioni il vapore condensa e precipita sotto forma di pioggia (o altra forma) cedendo all'ambiente il calore latente assorbito alle latitudini più basse.

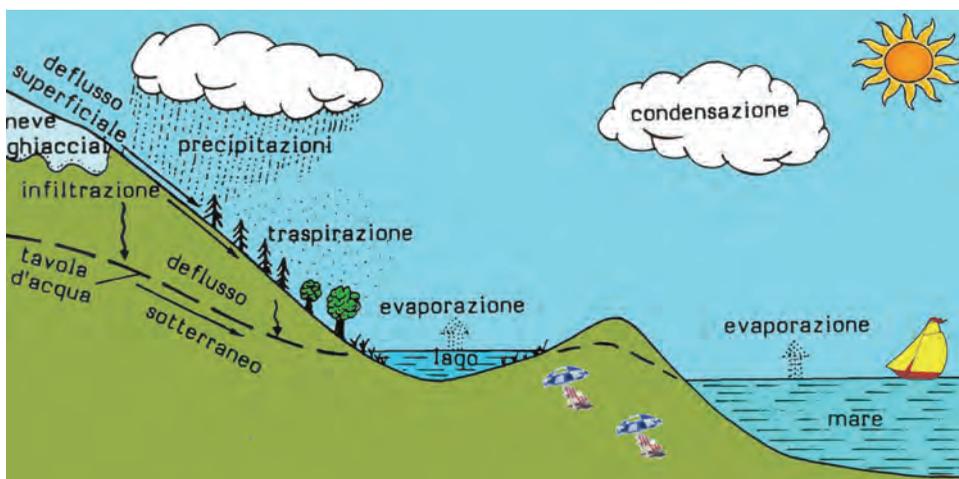


Figura 23 – Il ciclo dell'acqua o idrologico.

L'acqua è presente in natura nei tre stati di aggregazione<sup>18</sup>: liquido (nei fiumi, mari e oceani), solido (nei ghiacciai) e vapore (nell'atmosfera).

La radiazione solare fornisce agli strati superficiali degli oceani, dei mari, ecc, l'energia necessaria all'acqua per passare dallo stato liquido a quello di vapore innescando così il ciclo idrologico. Il vapore d'acqua viene trasportato con i venti portando con sé, pronto a ricederla all'ambiente, l'energia termica che lo ha generato. In particolari condizioni di temperatura, pressione e umidità il vapore atmosferico può condensare, passando dallo stato aeriforme a quello liquido sotto forma di minuscole goccioline d'acqua, che possono causare precipitazioni di vario tipo (pioggia, neve, grandine, ecc.) sulla superficie terrestre, da dove il ciclo idrologico riprende (figura 23).

Come l'atmosfera anche l'acqua dei mari e degli oceani è in perenne movimento. Fra i principali idrodinamismi ricordiamo il moto ondoso e le correnti marine. Il primo ha effetti prevalentemente sulle coste, e, in certe situazioni, assume una importanza vitale per le popolazioni che devono affrontare mareggiate, maremoti, tsunami, ecc.

Le correnti marine hanno effetti meno evidenti, anche se incidono molto di più nell'ambiente e non solo su quello costiero. Le correnti interessano tutti i corpi d'acqua sia in superficie sia in profondità; questi movimenti, essenziali per il mescolamento delle acque e la conseguente distribuzione di salinità e temperatura, provvedono alla distribuzione del materiale sedimentario depositato alla foce dei fiumi. Essi, nel tempo, con la loro azione, modificano profondamente il profilo delle coste erodendone alcune e ripascendone altre, in un perenne equilibrio dinamico coadiuvato dalle sabbie eoliche accumulate nelle dune costiere.

L'effetto principale delle correnti oceaniche non è però quello meccanico ma quello termico. Le correnti "calde" che si generano nelle regioni equatoriali e si spostano verso i poli, e le correnti "fredde" che dalle regioni polari si spostano verso latitudini più basse, contribuiscono, come il vento, a riequilibrare gli effetti termici della radiazione solare, mitigando i climi delle regioni che lambiscono.

Ancora come per il vento, le forze motrici delle correnti oceaniche sono i gradienti di densità, che si manifestano nelle acque delle diverse zone costiere, per effetto delle

diverse salinità, temperature e pressioni. Ad esempio: il diverso soleggiamento delle acque del Golfo del Messico e delle acque delle coste dell'Europa settentrionale provoca la nascita di un flusso d'acqua (Corrente del Golfo), di circa 70 milioni di metri cubi al secondo, che dal Golfo, attraversando diagonalmente l'Atlantico, lambisce la corrente fredda del Labrador e raggiunge le coste nord-europee, fornendo loro un rilevante apporto termico. Queste coste presentano temperature medie annue superiori a quelle delle coste nord-americane poste alla medesima latitudine. Le acque della Corrente del Golfo fanno sì che le coste nord-occidentali europee godano di temperature relativamente miti d'inverno, permettendo ai norvegesi di sfruttare i loro porti tutto l'anno (figura 24).

In sintesi è la conversione fisica dell'energia solare che determina, nei tempi brevi, la meteorologia e, in quelli lunghi, la climatologia di un luogo.

Mentre è facilmente definibile la meteorologia: studio dell'atmosfera terrestre e del modo con il quale i diversi effetti dipendenti dalla sua attività influenzano il tempo e il clima; più complessa e articolata è la definizione di clima e climatologia.

Il clima definisce l'insieme delle condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica per lunghi periodi di tempo, determinandone la flora e la fauna, influenzando le attività economiche, le abitudini e la cultura delle popolazioni che vi abitano [6].

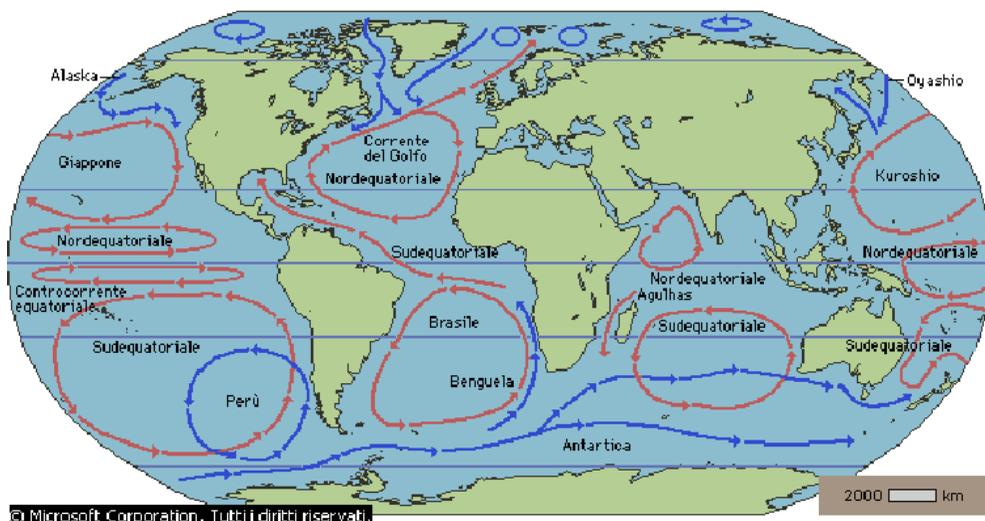


Figura 24 – Le correnti oceaniche: la corrente del golfo fa sì che le coste europee abbiano temperature medie annue superiori a quelle delle coste nord-americane poste alle medesime latitudini. (Immagine tratta da Enciclopedia Encarta Microsoft 2009)

Le caratteristiche climatiche di una regione, e dell'intera Terra, variano nel tempo anche in modo molto significativo; basti pensare all'alternanza fra periodi glaciali e interglaciali, caratterizzati da differenze di temperatura media globale di svariati gradi centigradi.

Dal punto di vista fisico e biologico, il sistema clima è estremamente complesso e include molte componenti che interagiscono su scale di spazio e di tempo anche molto diverse fra loro.

Il clima è dunque, un sistema dinamico capace di variazioni intense e talvolta repentine e la radiazione solare ne rappresenta il “motore” in quanto fornisce praticamente tutta l’energia necessaria. La radiazione solare che raggiunge lo strato superiore dell’atmosfera viene in parte trasferita e in parte trasformata in altre forme di energia; le quali a loro volta sono in parte dissipate, attraverso la circolazione generale dell’atmosfera e degli oceani, e in parte utilizzate nei processi chimici e biologici [6].

Le scale temporali caratteristiche dei singoli sottosistemi, vale a dire i tempi di risposta medi a sollecitazioni estreme, variano ampiamente sia all’interno di un singolo sottosistema, sia fra l’uno e l’altro. Le scale temporali caratteristiche dell’atmosfera possono variare da settimane a mesi; gli oceani nel loro strato superficiale mutano in settimane e anni; lo strato profondo degli oceani cambia in decenni e millenni; il ghiaccio marino in settimane e decenni; le acque interne e la vegetazione in mesi e secoli. Per i ghiacciai la scala temporale è dell’ordine dei secoli; per le piattaforme glaciali dei millenni e più; per i fenomeni di tettonica e di erosione della litosfera si arriva ai milioni di anni [6].

In sintesi, l’intero sistema climatico va considerato come qualcosa che evolve continuamente, dove ci sono parti del sistema che guidano tale evoluzione e altre che seguono con un certo ritardo, e dove le interazioni altamente non lineari che vi sono fra tutte le varie componenti possono ricoprire tutte le scale spaziali e temporali [6].

Sono questi cambiamenti che hanno indotto la specie umana, dalla sua primitiva condizione di ominide fino allo stato di *Homo sapiens*, a cercare condizioni ambientali diverse e più idonee alla sua sopravvivenza, come individui e come specie. Di fatto, in questo suo migrare, l’uomo ha trovato condizioni di irraggiamento solare diverse che, di volta in volta, lo hanno portato in ambienti geografici diversi a contatto con nuove specie animali e vegetali conseguenza, fra le altre cose, del diverso soleggiamento.

È ancora per il diverso soleggiamento che l’uomo ha adottato forme e dimensioni diverse delle dimore e dei villaggi, che a loro volta hanno condizionato la vita individuale e quella sociale, in altre parole la Cultura in quello spazio e in quel tempo, e qui la Fisica va a intersecarsi con le discipline umane.

## **5 Adattamento all’ambiente**

La conclusione del precedente paragrafo ci consente di schematizzare il rapporto fra “viventi” e “ambiente” come segue:

- Le piante a fronte di cambiamenti riescono a mettere in atto alcune blande strategie di difesa: tropismi di foglie e fusti, chiusure degli stomi, abscissione delle foglie, ecc; in generale però subiscono l’ambiente e se le condizioni mutano, fino a non essere più compatibili con le loro azioni difensive, soccombono.
- Gli animali, uomo primitivo incluso, hanno strategie di difesa contro i cambiamenti ambientali più efficaci: tane, muta del pelo, letargo, riserve alimentari, ecc; ma ciò che più di tutto li distingue dalle piante è la mobilità che consente loro, se le condizioni mutano troppo, di cambiare luogo di soggiorno: dai piccoli spostamenti per proteggersi dal soleggiamento eccessivo o dalla pioggia, fino alle grandi migrazioni.
- L’uomo moderno, ovvero l’uomo stanziale, si distingue da quello primitivo, nei confronti dell’ambiente, poiché è in grado, a fronte di condizioni disagiati, di modificare l’ambiente stesso: abitazioni, climatizzazioni, strade, dighe, ecc.

In sintesi: le piante subiscono l'ambiente e il clima, gli animali, e con essi l'uomo primitivo, ne cercano di più confacenti, gli uomini moderni modificano ambiente e clima per adeguarli alle loro esigenze.

Certamente il nomade non incide sul microclima del suo *habitat* ma gli è sufficiente intervenire sulla meteorologia di questo; quattro bastoni infissi nel suolo e una pelle di animale, fissata su questi, gli consentono di ripararsi da una eccessiva radiazione e dalla pioggia. Al cacciatore-raccoglitore che si sofferma qualche tempo in un determinato territorio, dove sono al pascolo mandrie di erbivori, non è più sufficiente un riparo come quello prima descritto; egli deve qui proteggersi dalle condizioni meteorologiche e dagli animali predatori. Le grotte e le caverne sono soluzioni adeguate ma sono rare nelle savane. Si costruiscono allora delle capanne: una intelaiatura di tronchi e rami e una copertura di foglie e di frasche. Protezioni provvisorie e precarie ma rapidamente realizzabili e riproducibili. L'uomo, in quanto al contempo predatore e preda, ha adottato comportamenti derivanti da questa doppia condizione. Evitare la solitudine, caratteristica di molti predatori, vivendo in branchi ma infinitamente meno numerosi delle immense mandrie di erbivori, prede per antonomasia, alla base della catena trofica.

Maggiore il numero degli appartenenti al branco, maggiori le probabilità di riuscire nella caccia (attività predatoria) e, al contempo, maggiore probabilità di salvare la sopravvivenza del gruppo nel caso di attacchi da parte di predatori più "dotati". La limitazione al numero degli appartenenti al branco deriva solamente dalla possibilità di trovare adeguata alimentazione per tutti.

È allora evidente che la capanna è stata concepita non come *unicum* ma come unità abitativa appartenente a un insieme di costruzioni fra loro simili.

La capanna, più della tettoia di pelle, modifica il microclima al proprio interno: come la tettoia protegge dal sole e dalla pioggia ma, inoltre, riduce la ventilazione e attenua l'escursione termica fra giorno e notte. Effetti enfatizzati dall'insieme delle capanne: l'una ombreggia l'altra, l'una protegge l'altra dal vento e dalla pioggia.

Gli insediamenti umani artificiali creano quello che in seguito, sarà definito paesaggio, cioè la risultante dell'attività umana sull'ambiente naturale.

La capanna è a sezione circolare e il tetto, di conseguenza, risulta conico. Una base rettangolare avrebbe richiesto un tetto a uno o due spioventi: di realizzazione decisamente più laboriosa, meno stabile e meno efficiente, di un tetto a simmetria circolare.

Il nomade, di luogo in luogo e di stagione in stagione, costruisce la capanna e la realizza in funzione del posto e del momento: la capanna "estiva" consentirà una maggiore ventilazione, quella "invernale" sarà più coibentata. È quando l'uomo diventa allevatore-agricoltore che si pone il problema di una abitazione che vada bene sia per l'estate sia per l'inverno; è ora che non si limita più a modificare la meteorologia del suo piccolo *habitat* ma mira a realizzare in esso un clima ottimale per tutte le stagioni.

La geometria dell'abitazione dovrà ridurre, all'interno, il riscaldamento estivo e favorire la ventilazione. In inverno si dovranno poter attivare sorgenti di calore e ridurre gli effetti meccanici di sovrappesi dovuti alla neve. A ciò dovrà contribuire anche la disposizione reciproca delle abitazioni.

Questa ricerca di "stabilità climatica" all'interno delle abitazioni è tuttora in atto: il ventesimo secolo si è concluso con l'apoteosi del condizionamento con pompe di calore e il ventunesimo è iniziato col radicamento della bioarchitettura che, fra le altre cose, pone grande attenzione all'efficienza bio-climatica ed energetica degli impianti.

## 6 Le dimore

Il più importante elemento espressivo della cultura materiale è senza dubbio l'abitazione, la quale rispecchia sia l'ambiente sia il genere di vita di una comunità. Come momento del rapporto tra uomini e territorio, l'abitazione risente delle condizioni dell'ambiente, ma nello stesso tempo è un prodotto della cultura materiale delle società umane e nella varietà delle sue forme, rappresenta le diverse soluzioni che in questo o in quell'ambiente, in questa o in quella epoca storica, le società hanno adottato per soddisfare il primordiale bisogno di riparo e di difesa. Anche la più primitiva delle dimore implica una rottura nell'ordine naturale e l'inserimento di un prodotto artificiale: essa nasce in stretta relazione con l'ambiente principalmente attraverso il materiale adoperato, ma riflette anche il modo di vita di chi l'ha modellata e diviene così un elemento essenziale del paesaggio umanizzato. Tutte le società dalle più arretrate alle più evolute danno la propria impronta al paesaggio soprattutto attraverso le dimore [5].

“Studi archeologici hanno portato alla luce diversi tipi di abitazioni primitive, alcuni dei quali sembrano costruiti contemporaneamente, spesso molto vicini l'uno all'altro. Questi tipi includevano le capanne (...), grotte naturali o scavate dall'uomo, o parzialmente dell'uno e dell'altro tipo, strutture megalitiche comprendenti *dolmen* e *menhir* e microlitiche quali *specchie* simili a cumuli di pietra e i *trulli* con la caratteristica cupola conica costruita con pietre disposte a mensola”. Ciò è quanto afferma E. Allen, in riferimento alla Murgia e ad altre zone della Puglia, che a riguardo delle capanne precisa: “queste capanne erano parzialmente interrato e in pratica erano fosse abitabili. In pianta esse variavano dalla forma tonda a quella rettangolare. La forma tonda fu generalmente usata nei primordi dagli abitatori primitivi. (...) i successivi strati di fondazioni pongono in evidenza un'evoluzione nel tempo dalla forma circolare, nei primi strati a quelle ovali, quadrangolari con gli angoli arrotondati e finalmente rettangolari negli ultimi strati”. Ma ciò che più ci interessa è la conclusione del paragrafo di Allen: “lo stesso tipo di evoluzione delle piante è stato spesso osservato in altre parti del mondo”. In ogni caso è facilmente intuibile che le prime abitazioni dell'uomo fossero le stesse degli animali, ovvero le grotte naturali. Tali grotte, laddove la pietra lo consentiva, erano spesso ampliate con l'impiego di arnesi molto semplici. “Man mano che le famiglie e le comunità si espandevano, nuove grotte venivano talvolta interamente scavate a fianco di quelle naturali preesistenti” [1].

Il passaggio dalla caverna al manufatto lapideo, anche se non è stato rapidissimo, è stato inevitabile poiché più semplice da strutturare, più facile da riprodurre, più confortevole.

Interessante è la termodinamica all'interno delle costruzioni cilindro-coniche, come i nuraghe e i trulli, in cui con il sole alto sull'orizzonte, in estate, si ha “fresco” legato proprio alla forte conicità del tetto che riduce la componente ortogonale della radiazione visibile diretta (dal punto di vista radiativo è concettualmente analogo, sebbene opposto, a ciò che fa l'acacia per massimizzare l'intercettazione della luce vedi pagina 141), mentre massimizza la superficie dissipativa del calore radiante nell'infrarosso.

Il rapporto fra altezza del cilindro e del cono (quasi 1:1) è inoltre tale da favorire la stratificazione dell'aria calda sotto al tetto, favorendo l'irraggiamento da questo, e mantenendo in basso l'aria più densa (più fredda).

In inverno col sole basso sull'orizzonte la situazione si inverte e la elevata conicità del tetto fa sì che aumenti la componente ortogonale della radiazione solare incidente su di esso, con conseguente maggiore riscaldamento di questo. Ciò fa aumentare la temperatura dell'aria, all'interno, nel sottotetto, questo limita la risalita dell'aria calda prodotta da focolari o bracieri e di conseguenza la dissipazione di calore attraverso il tetto (figura 25).



Figura 25 –  
In alto, Puglia, un trullo integro;  
in basso, Sardegna, un nuraghe  
privo della parte sommitale.

“I dolmen appartengono quasi certamente alla stessa epoca delle abitazioni in grotte e capanne, tuttavia non sono abitazioni. Una abitazione rupestre poteva facilmente essere ricavata, con l’impiego di semplici e rudimentali arnesi, anche da un solo uomo (per la propria famiglia), ma un dolmen con le sue pesanti lastre di pietra poteva essere realizzato soltanto con un ben organizzato lavoro di gruppo e invariabilmente serviva da

monumento funerario per un capo o un uomo importante” [1]. È in questa fase che dalla singola abitazione si passa al centro abitato, con un più stretto rapporto fra gli uomini, rapporto che si è sviluppato in modo diverso alle varie latitudini, portando a centri urbani strutturati, sia pure nelle stesse epoche, in modi assai diversi ancora in funzione dei diversi soleggiamenti. Strade strette ovvero case ravvicinate, dove ciascuno poteva guardare in casa dell’altro, laddove il Sole saliva alto sull’orizzonte (basse latitudini, cioè forti soleggiamenti). Strade larghe ovvero case distanziate, per dare modo alla radiazione solare di “entrare” nelle abitazioni, laddove il Sole saliva poco sull’orizzonte (alte latitudini, cioè bassi soleggiamenti).

Una conseguenza inevitabile di queste diverse strutture urbane è stata il diverso rapporto sociale fra gli abitanti: aperto, solare, gioviale, talvolta al limite dell’invascente, nel primo caso; ritroso, schivo, discreto, al limite dell’indifferente, nel secondo caso. È con l’avvento dei sistemi di climatizzazione delle abitazioni che il Sole ha perso, a tale riguardo, importanza e ciò si è riverberato ovviamente sulla struttura sia delle abitazioni sia dei centri urbani, creando abitati, simili a tutte le latitudini, un po’ anonimi e privi di carattere che, rispetto ai centri storici (prima del loro “cambiamento di destinazione”) poco o nulla dicono sul modo di essere dei loro abitanti.

## 7. Bibliografia

- [1] Allen E. (1969) - *Stone Shelters*, The MIT Press, Cambridge, MA USA.
- [2] Anderson R. E. (1980) - *La conversione biologica dell’energia solare*, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, Milano.
- [3] Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. (1991) - *Agrometeorologia*, Patron, Bologna.
- [4] Benincasa F., Tagliaferri G., Vendramin G. (1985) - *Radiazione naturale e artificiale per lo sviluppo e la crescita delle piante*. IPRA Quaderni metodologici n.3, Roma.
- [5] Benincasa F., Carboni D. (a cura di) (2009) - *Un confronto fra due regioni attraverso la stratificazione umana: la Sardegna centro-orientale e la Campania felix*, Collana tecnico-scientifica CNR-IBIMET, Quaderno 15 Parte Prima, Firenze.
- [6] Corti S., Provenzale A., Fuzzi S. (2007) - *I Cambiamenti climatici*, report CNR-DTA, Roma. [www.dta.cnr.it/dmdocuments/Clima\\_report.pdf](http://www.dta.cnr.it/dmdocuments/Clima_report.pdf)
- [7] Edmond J.M., Measures C., McDuff R.E., Chan L.H., Collier R., Grant B., Gordon L.I., Corliss J.B. (1979) - *Ridge crest hydrothermal activity and the balances of the major and minor elements in the ocean; the Galapagos data*, Earth Planet. Sci. Lett., 46, 1–18, doi:10.1016/0012-821X(79)90061-X.
- [8] Frova A. (2000) - *Luce, colore, visione: perché si vede ciò che si vede*, RCS-BUR, Milano.
- [9] Guzzi (1981) R. - *Manuale di climatologia: i modelli e le tecniche per l’analisi del territorio nella progettazione energetica*, Franco Muzzio Editore, Padova.
- [10] Guzzi (1984) R. - *Intervista sul clima*, Franco Muzzio Editore, Padova.
- [11] Haymon R.M., White S.M., Baker E.T., Anderson P.G., Macdonald K.C., Resing J.A. (2008) - *High-resolution surveys along the hot spot-affected Galapagos Spreading Center: 3. Black smoker discoveries and the implications for geological controls on hydrothermal activity* Geochemistry Geophysics Geosystems Vol. 9, article n.:Q12006, DOI: 10.1029/2008GC002114

- [12] Hessler R. R., Kaharl V. A. (1995) - *The deep-sea hydrothermal vent community: An overview*, in *Seafloor Hydrothermal Systems: Physical, Chemical, Biological and Geological Interactions*, Geophys. Monogr. Ser., vol. 91, edited by S. E. Humphris et al., pp. 72 - 84, Washington, D. C.
- [13] Kreith F. (1995) - *I principi di trasmissione del calore*, VI ed. Liguori Editore, Napoli.
- [14] Mc Ewan I. (2010) - *Solar*, Einaudi, Torino
- [15] Ofri R. (2006) - *La visione nel regno animale (Prima e seconda parte)*, Atti del 53° Congresso Nazionale SCIVAC 19-21 maggio 2006 Rimini.
- [16] Pinna M. (1977) - *Climatologia*, ed. UTET, Torino.
- [17] Raven, H., Evert R.F., Eichhorn S.E. (1999) - *Biologia delle piante* V ed. Zanichelli, Bologna.
- [18] Roberts H.H., Aharon P. (1994) - *Hydrocarbon-derived carbonate buildups of the northern Gulf of Mexico continental-slope - a review of submersible investigations*, Geo-Marine Letters Volume: 14 Issue: 2-3 pages: 135-148.
- [19] Roberts H. H., Fisher C. R., Brooks J. M., Bernard B., Carney R. S., Cordes E., Shedd W., Hunt Jr. J., Joye S., Mac-Donald I. R., Morrison C. (2007) - *Exploration of the deep Gulf of Mexico slope using DSV Alvin: Site selection and geologic character*: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, v. 57, p. 647-659.
- [20] Rosenberg N. J., Blad B. L., Verna S. B. (1983) - *Microclimate. The Biological Environment*, 2<sup>nd</sup> ed, John Wiley & Son, New York.
- [21] Sutton O. G. (1963) - *La nuova meteorologia: previsione e controllo del clima*, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, Milano.

## CONCLUSIONI

### Il Grande Inno al Sole<sup>1</sup>

Re della Valle e re del Delta che vive della verità  
Signore dei Due Paesi, Nefer-kheperu-Ra Ua'-en-Ra  
Figlio di Ra che vive della verità  
Signore delle corone Ekhénaton eccelso di durata;  
E della grande sposa regale che egli ama  
La signora delle Due Terre Nefer-nefru-Aton Nefertiti  
Viva, sana, giovane in eterno per sempre.



---

<sup>1</sup> Inno al Sole (Inno di Aton) è il nome di un antico inno egizio della XVIII dinastia che fu composto intorno al 1345 a.C. durante il regno del faraone Ekhénaton. Si ritiene che l'autore dell'opera sia lo stesso Ekhénaton. Il testo si trova a Tel el Amarna (Egitto), nella tomba del faraone Ay (tomba n. 25), inciso in geroglifico sulla roccia in 13 colonne verticali che coprono quasi tutta la superficie della parete destra del corridoio d'ingresso.

Nel 1890 l'iscrizione era andata in parte distrutta, ma si è conservata una trascrizione completa che era stata eseguita negli anni 1883-1884 da Urbain Bouriant, per cui l'intero inno poteva essere tradotto. Qui si riporta la traduzione di S. Donadoni [2].

Egli dice:

Tu sorgi bello all'orizzonte del cielo  
o Aton vivo, che hai dato inizio al vivere.  
Quando ti levi all'orizzonte orientale tutte le terre riempi delle tue bellezze.

Tu sei bello, grande, splendente, eccelso su ogni paese;  
I tuoi raggi circondano le terre  
Fino al limite di tutto quel che hai creato.  
Tu sei Ra, e tu conquististi fino al loro limite.  
Tu le legghi per il tuo figlio amato.  
Tu sei lontano, ma i tuoi raggi sono sulla terra,  
Tu sei davanti, ma essi non vedono la tua via.

Quando tu vai in pace all'orizzonte occidentale,  
La terra è nell'oscurità come morta  
I dormienti sono nelle loro camere,  
Le teste sono ammantate,  
Non un occhio vede l'altro.  
Si rubino i loro beni che sono sotto le loro teste,  
Essi non se ne accorgerebbero.

Tutti i leoni escono dalle loro tane;  
Tutti i serpenti, essi mordono.  
L'oscurità è chiaro.  
Giace la terra in silenzio.  
Il loro creatore riposa all'orizzonte.

All'alba tu riappari all'orizzonte.  
Risplendi come Aton per la giornata.  
Tu scacci le tenebre e lanci i tuoi raggi.  
Le Due Terre sono in festa:  
Svegliate e levate sui due piedi.  
Tu le hai fatte alzare.  
Lavano le loro membra,  
Prendono le loro vesti,  
Le loro braccia sono in adorazione del tuo sorgere.  
La terra intera si mette al lavoro.  
Ogni animale gode del suo pascolo.  
Alberi e cespugli verdeggiano.  
Gli uccelli volano dal loro nido,  
Con le ali nell'adorazione della tua essenza  
Gli animali selvatici balzano sui loro piedi.  
Quelli che volano via, quelli che si posano,  
Essi vivono quando tu ti levi per loro.  
Le barche salgono e scendono la corrente  
Perché ogni via si apre al tuo sorgere.  
I pesci del fiume guizzano verso di te  
I tuoi raggi arrivano in fondo al mare.

Tu che procuri che il germe sia fecondo nelle donne,  
Tu che fai la semenza negli uomini,  
Tu che fai vivere il figlio nel grembo della madre sua,  
Che lo calmi perché non pianga,  
Tu nutrice di chi è ancora nel grembo,  
Che dai l'aria per far vivere tutto ciò che crei.  
Quando cala dal grembo in terra il giorno della nascita  
Tu gli apri la bocca per parlare  
E provvedi ai suoi bisogni.

Quando il pulcino è nell'uovo  
Tu li dentro gli dai aria perché viva.  
Tu lo completi perché rompa l'uovo  
E ne esca per parlare e completarsi  
E cammini sui suoi piedi appena ne è uscito.

Come numerose sono le tue opere !  
Esse sono inconoscibili al volto  
Tu Dio unico, al di fuori del quale nessuno esiste.  
Tu hai creato la terra a tuo desiderio,  
Quando tu eri solo,  
Con gli uomini, il bestiame, ed ogni animale selvatico.  
E tutto quel che è sulla terra - e cammina sui suoi piedi -  
E tutto quel che è nel cielo - e vola sulle sue ali.

E i paesi stranieri, la Siria, la Nubia, e la terra d'Egitto.  
Tu hai collocato ogni uomo al suo posto  
Hai provveduto hai suoi bisogni  
Ognuno con il suo cibo.

Ed è contata la durata della sua vita,  
Le lingue loro sono diverse in parole,  
Ed i loro caratteri anche, e le loro pelli.  
Hai differenziato i popoli stranieri.  
Ed hai fatto un Nilo nella Duat  
E lo porti dove vuoi per dar vita alle genti  
Così come tu le hai create.  
Tu, signore di tutte loro  
Che ti affatichi per loro,  
O Aton del giorno, grande di dignità!

E tutti i paesi stranieri e lontani,  
Tu fai che vivano anch'essi.  
Hai posto un Nilo nel cielo che scende per loro  
E che fa onde sui monti come un mare  
E bagna i loro campi e le loro contrade.

Come son perfetti i tuoi consigli tutti,  
O signore dell'eternità !  
Il Nilo del cielo è tuo per gli stranieri  
E per tutti gli animali del deserto che camminano sui piedi:  
Ma il Nilo vero viene dalla Duat per l'Egitto.

I tuoi raggi fan da nutrice a tutte le piante;  
Quando tu splendi, esse vivono e prosperano per te.  
Tu fai le stagioni  
Per far sì che si sviluppi tutto ciò che crei:  
L'inverno per rinfrescarle,  
L'ardore perché ti gustino.

Tu hai fatto il cielo lontano  
Per splendere in lui  
E per vedere tutto, tu unico  
Che splendi nella tua forma di Aton vivo  
Sorto e luminoso, lontano e vicino.  
Tu fai milioni di forme da te, tu unico:  
Città, villaggi, campi, vie, fiume,  
Ogni occhio vede te davanti a sé  
E tu sei l'Aton del giorno sopra.

Quando tu sei andato via  
E ogni occhio di cui tu hai creato lo sguardo  
Per non vederti solo.  
quel che tu hai creato,  
Tu sei nel mio cuore.  
Non c'è nessun altro che ti conosca  
Eccetto il tuo figlio Nefer-Kheperu-Ra Ua-en-Ra  
Tu fai che egli sia edotto dei tuoi piani e del tuo valore.

La terra è nella tua mano  
Come tu li hai creati.  
Se tu splendi, essi vivono,  
Se tu tramonti, essi muoiono;  
Tu sei la durata stessa della vita  
E si vive di te.

Gli occhi vedono bellezza, finché tu non tramonti.  
Si depone ogni lavoro quando tu tramonti a destra.

Quando tu risplendi, tu dai vigore per il re,  
E agilità è in ogni gamba  
Da quando tu hai fondato la terra.

Tu ti alzi per il tuo figlio  
Che è uscito dal tuo corpo  
Il re della Valle e re del Delta che vive della verità  
Il Signore dei Due Paesi Nefer-Kheperu-Ra  
Il figlio di Ra che vive della verità  
Il Signore delle Corone Ekhénaton  
Eccelso di durata di vita;  
E della grande sposa regale, la signora dei Due Paesi  
Nefer-neferu-Aton Nefertiti  
Viva, giovane per sempre in eterno.

Gli eventi climatici sono fortemente influenzati dalla presenza del Sole e dalla posizione della Terra rispetto a questo astro; tra tutte le teorie che tentano di spiegare gli effetti climatici di lungo periodo una, che va sotto il nome di “modello Milankovitch” [4], è particolarmente interessante. Questa teoria analizza i movimenti della Terra rispetto al Sole e spiega i cicli climatici di lungo periodo, i quali sono strettamente collegati con questi movimenti.

Il primo ciclo, di quasi 100.000 anni, può essere grossolanamente spiegato con la variazione della forma dell’orbita terrestre. Poiché essa può variare da circolare ad ellittica avremo, nel primo caso rispetto al secondo, una minore differenza termica tra le stagioni.

Il secondo ciclo, di circa 40.000 anni, è strettamente collegato alla posizione dell’asse della Terra rispetto al piano della sua orbita. Quanto più piccola è l’inclinazione dell’asse terrestre tanto più la radiazione solare è uniformemente distribuita sulla Terra e viceversa.

Il terzo ciclo, di circa 20.000 anni, è dovuto all’oscillazione della Terra rispetto al suo asse, come una trottola. In questo caso c’è una grande differenza tra il soleggiamento estivo e quello invernale.

Gli effetti combinati di questi tre cicli producono, se sono in fase, un effetto termico maggiore oppure, se sono in opposizione, un effetto termico minore o di glaciazione. Si avranno quindi ere glaciali seguite da periodi interglaciali e quindi da periodi più caldi.

Utilizzando il modello di Milankovitch è stato dedotto che l’ultimo periodo glaciale si verificò 10.000 anni fa [3].

In una scala temporale più breve sono molte le cause che possono provocare modificazioni climatiche, e queste, in una lunga catena di interazioni, pur generandosi in zone assai lontane, possono influenzare fortemente la meteorologia e le condizioni ambientali dei territori in cui vive l’uomo. Influenza che può sia cancellare la vita sia favorire lo sviluppo di nuove civiltà, capaci di utilizzare ciò che lì, in quel momento la natura mette a disposizione, ovvero può causare migrazioni di intere popolazioni con le loro tragedie, la loro storia, le loro speranze [1].

Come abbiamo visto tutto ciò è realmente accaduto e l’*Homo*, dalla sua prima arcaica struttura fino al *sapiens sapiens*, si è spostato sulla Terra alla ricerca di condizioni climatiche più idonee. Di fatto, data la grande capacità della specie sia di acclimatarsi sia di modificare le condizioni ambientali, l’uomo ha, in pratica, colonizzato l’intero pianeta.

Laddove la radiazione solare era troppo intensa la Natura ha prodotto uomini con la pelle nera. Sempre la Natura ha selezionato, da questi stessi gruppi umani, soggetti con pelle sempre più chiara man mano che l’uomo si spostava, lungo i meridiani, dai luoghi caldi e assolati dove ha avuto origine, verso luoghi meno soleggiati e più freddi.

In questi suoi spostamenti l’uomo ha trovato soleggiamenti diversi e diversi ambienti geografici dove ha incontrato nuove e diverse specie animali e vegetali, anche esse prodotte dal diverso clima, conseguente al diverso soleggiamento.

I vegetali, terrestri e marini, stanno alla base della catena trofica, di essi l’uomo cacciatore e raccoglitore si è cibato sia direttamente sia indirettamente, quando si è nutrito di animali erbivori. Ma raccogliere vegetali, spostandosi con le stagioni, e inseguire le mandrie, per abbattele qualche capo durante le loro migrazioni, sono attività faticose e di incerto risultato. L’uomo capisce che le piante, nel rispetto delle stagioni, possono essere prodotte e gli animali possono essere, se alimentati da lui stesso, addomesticati, con l’indubbio vantaggio di avere sempre a disposizione carne fresca, poiché l’animale vivo si “conserva” meglio di quello morto.

Nasce così l'agricoltura; ora gli unici fattori limitanti e condizionanti sono la meteorologia e la climatologia del luogo in cui l'uomo si è stabilito.

L'alternarsi del dì e della notte con la loro durata variabile, l'alternarsi delle stagioni con le variazioni di temperatura e precipitazioni, sono aspetti che l'uomo ha subito correlato alla maggiore o minore presenza del Sole. Gli eventi meteorici incomprensibili, inspiegabili, diventano così divinità bizzarre e imprevedibili, governate da una entità superiore, il Sole.

I capi tribali, gli stregoni, i saggi anziani, sono coloro che trasmettono l'esperienza e la magia dei fenomeni atmosferici. L'esperienza rappresenta la conoscenza del fenomeno e quindi, in un certo senso, la scienza. La magia rappresenta, invece, il tentativo di controllare e riprodurre il fenomeno naturale. I riti propiziatori, diffusissimi in tutte le credenze e religioni, indicano chiaramente l'importanza annessa agli eventi meteorologici, ma sono, ovviamente, scarsamente efficaci nel controllo dei fenomeni, pertanto solo l'esperienza ha potuto progredire [3].

Quanto più profondamente ci si addentra nelle culture solari preistoriche, tanto più semplice appare dunque la loro sconcertante complessità, riducendosi poi a una manciata di simboli fondamentali presenti nelle pitture rupestri di tutto il mondo; tra questi si contano forme rudimentali come i cerchi semplici o con raggi, cerchi concentrici con puntini, ruote, spirali, aureole (figura 1).



Figura 1 – Ceramica dipinta, detta Banshan da un sito neolitico della Cina del Nord databile alla metà del III millennio a.C. e caratterizzata da disegni in nero di spirali e motivi antropomorfi e zoomorfi stilizzati. Le immagini mostrano dei manufatti Banshan esposti al Museo d'arte Orientale di Torino. I ricercatori stanno ancora dibattendo sul ruolo e significato della spirale, ma sembra esserci un crescente accordo, che essa sia un simbolo del Sole.

È anche possibile che la rivoluzionaria invenzione della ruota, databile intorno al 3.500 a.C. fosse ispirata all'immagine circolare del Sole raggiato dipinto sulle rupi. Il popolare carro del Sole nella maggior parte delle civiltà appare come un ovvio corollario a questa considerazione.

In fasi più avanzate dell'umanità, questo senso di meraviglia e paura (unitamente alla necessità di spiegare fenomeni "inspiegabili") si tradusse in religioni e culti che, a tutte le latitudini, ebbero, nei loro *pantheon*, forze o esseri sovranaturali che si riferivano al

Sole (figura 2). Alcuni culti sarebbero stati ispirati dall'azione benefica del Sole sull'agricoltura e le altre attività produttive (come ad esempio nella religione egizia) e avrebbero stimolato lo psichismo e le capacità simboliche dell'uomo nelle rappresentazioni artistiche (con l'arte egizia nasce l'idea del Sole e dei suoi raggi che illuminano e riscaldano, figura 3).

Altri culti, più violenti, sarebbero stati ispirati invece dal timore della scomparsa del Sole che (come per gli Aztechi) sarebbe potuto non "risorgere" più se non si fossero offerti cruenti sacrifici umani, il cui sangue, venendo offerto all'entità sovranaturale, avrebbe garantito di nuovo il sorgere del Sole e con esso la luce e il calore indispensabili per la vita (fig. 4).

È del tutto evidente che parlare di culture preistoriche, egizie, precolombiane fino ad arrivare all'animismo attuale, nello stesso contesto, nonostante il forte sfasamento temporale (circa 12.000 anni), vuole solamente sottolineare come certe "conquiste culturali" non sono avvenute contemporaneamente, ma hanno ritardato proprio in quelle civiltà più isolate, ovvero che hanno avuto minori o tardivi contatti con le altre. Il concetto risulta del tutto evidente quando si pensi alle popolazioni, nostre contemporanee, che vivono "preistoricamente" nel fitto delle foreste amazzoniche e in altre zone inaccessibili del pianeta (fig. 5).



Figura 2 – Culto del Sole preistorico (masso n. 8) ritrovato ad Ossimo (in Val Camonica, Brescia). Nell'incisione è raffigurata una immagine solare ed un antropomorfo con braccia aperte in sua adorazione (da [5]).

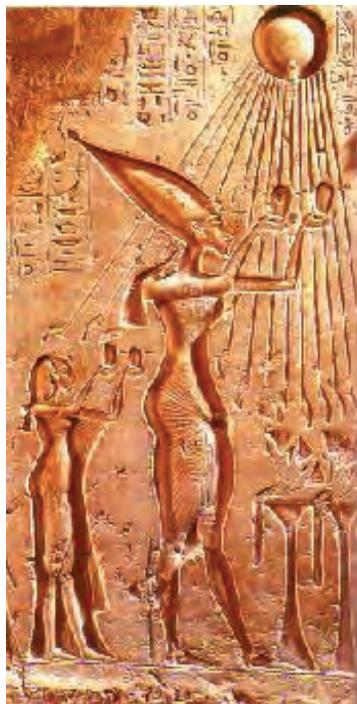


Figura 3 – Particolare di una incisione sulla tomba del re Ay a Tell el-Amarna (Egitto): *Tu calcoli il tempo di ogni vita e tu crei gli uomini diversi per la loro natura e il colore della pelle*

Da <http://www.historel.net/egypte/18nouemp.htm>



Figura 4 – Porta del Sole<sup>2</sup>, così chiamata perché posizionandosi davanti ad essa all’inizio della primavera si può osservare che il Sole sorge esattamente al centro sopra la porta, Tiwanaku<sup>3</sup>, Bolivia (elaborazione di una fotografia di Mhwater, Wikimedia Commons).

Con questo si vuole porre in evidenza, se ce ne fosse ancora bisogno, che una civiltà, anche la nostra attuale, si arricchisce comunque nel rapporto con le altre. Forse non subito, almeno non è evidente nella prima fase che può apparire come una “invasione”, ma sicuramente, la storia lo dimostra, nelle fasi successive quando dei nuovi arrivati si riesce a capire e valutare ciò che ha fatto di essi un popolo<sup>4</sup>.

I pochi esempi che abbiamo dato, lungi dall’esaurire tutti gli aspetti del lungo e complesso rapporto fra l’uomo e il Sole, hanno lo scopo di mostrare che gli uomini non solo hanno avuto una stessa origine ma, nonostante i diversi condizionamenti ambientali, anche se non in sincrono, hanno percorso lo stesso cammino a riprova, per chi ancora crede ad assurde e mai dimostrate superiorità, di una stessa identica natura.

---

<sup>2</sup> La Porta del Sole fu ricavata da un unico masso sul quale vennero incisi rilievi, principalmente nella sezione trasversale collocata sopra il vano della porta, lungo 1,40 metri. Il rilievo centrale mostra una figura, armata di due scettri a forma di serpente, rappresentante il dio-Sole, attornita da altre 48 figure alate, di cui 32 con volto umano e 16 con la testa di un condor. Qualche autore sostiene che le 48 figure rappresentino lo schema base di un calendario che sarebbe servito a determinare riferimenti astronomici.

<sup>3</sup> La cultura tiwanaku (o tiwanaku) fu un’importante civiltà precolombiana il cui territorio si estendeva attorno alle frontiere degli attuali stati di Bolivia, Perù e Cile. Prende il nome dalle rovine dell’antica città di Tiwanaku, nei pressi della sponda sud-orientale del lago Titicaca.

<sup>4</sup> Popolo dal latino *pol-pul-us* la cui radice è “mettere insieme”, “riunire” e ciò in riferimento a una collettività etnicamente omogenea, che realizza o presuppone unità e autonomia di ordine civile e politico. Differisce da popolazione intesa come insieme di persone che vivono in uno stesso territorio non necessariamente riconducibile a unità etnica o nazionale.



Figura 5 – Pitture rupestri aborigene: figura mitologica, Kakadu National Park, Australia del Nord (foto di Paul Mannix).

.....

*Laudato sie mi' Signore, cum tucte le tue creature,  
spetialmente messor lo frate sole,*

*lo qual è iorno et allumini noi per lui.*

*Et ellu è bellu e radiante cum grande splendore,  
de te, Altissimo, porta significatione.*

.....

*Francesco d'Assisi* CANTICO DELLE CREATURE

## Bibliografia

- [1] Benincasa F., Carboni D. (a cura di) (2009) - *Un confronto fra due regioni attraverso la stratificazione umana: la Sardegna centro-orientale e la Campania felix*, Collana tecnico-scientifica CNR-IBIMET, Quaderno 15 Parte Prima, Firenze.
- [2] Donadoni S. (1967) - *La letteratura egiziana*, Sansoni, Firenze
- [3] Guzzi R. (1984) - *Intervista sul clima*, Franco Muzzio Editore, Padova.
- [4] Milankovitch M. (1930) - *Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen in Handbuch der klimatologie*, In: W. Köppen, R. Geiger (Hrsg.): *Handbuch der Klimatologie*, Bd. 1: Allgemeine Klimalehre, Berlin: Borntraeger
- [5] Veneziano G. (2009)- *Le antiche conoscenze celesti come strumento di potere sociale: il possibile caso della Rocca del Sole a Paspardo*, XI Seminario di Archeoastronomia A.L.S.S.A. Osservatorio Astronomico di Genova, 18 aprile 2009, <http://www.oagenova.it/archeoastronomia/studi-archeoastronomici/>

## GLOSSARIO

M. De Vincenzi, G. Fasano, A. Materassi

Poiché in letteratura si trovano molti termini tecnici espressi in inglese qui, a lato di parole o locuzioni italiane, sono riportate le equivalenti in inglese.

**ACACIA ERIOLOBA** (o **DELLE GIRAFFE**) - *Acacia erioloba* (or *Camel Thorn*) - è una pianta ben adattata agli ambienti aridi dell'Africa meridionale, e le sue radici possono penetrare nel terreno fino a profondità notevoli (nel deserto del Namib è stato registrato il caso di un esemplare con radici di 46 m). Gli alberi di *Acacia erioloba* possono essere alti fino a 17 m; crescono molto lentamente, ma sono estremamente resistenti alla siccità e al gelo. Il tronco è rosso-marrone e molto duro. Le foglie sono più grandi di quelle della maggior parte delle altre acacie, e hanno un colore fra il verde e l'azzurro; è un albero deciduo, ma rimane spoglio solo per un breve periodo dell'anno. I rami più giovani sono di colore più chiaro, e hanno una caratteristica forma a zig-zag, con una coppia di spine bianche di circa 5 cm in corrispondenza di ogni gomito. I fiori, sferici e di un colore giallo intenso, ricordano quelli della mimosa. I frutti (che maturano da dicembre ad aprile) sono baccelli con una caratteristica forma a mezzaluna. Un singolo albero può produrre fino a 500 kg di frutti all'anno. È anche nota col nome di "acacia delle giraffe" poiché le sue foglie sono un cibo molto apprezzato dalle giraffe, che sono anche gli unici erbivori abbastanza alti da raggiungere agevolmente la chioma dell'albero.

**ACCURATEZZA** - *Accuracy* - scostamento fra il valore medio ( $\rightarrow$ ) e il valore vero ( $\rightarrow$ ) di una grandezza misurata.

**AFFIDABILITÀ** - *Reliability* - probabilità che un componente o un sistema esegua la sua specifica funzione, per un periodo prefissato.

**AGROECOSISTEMA** - *Agroecosystem* - insieme continuo di terreno-organismi-atmosfera-uomo.

**AGROMETEOROLOGIA** - *Agrometeorology* - studia le interazioni fra le condizioni del tempo atmosferico (o tempo meteorologico) e le colture agrarie e forestali, cioè le relazioni tra organismi e atmosfera e i processi che in essa si verificano.

**ALBA-AURORA** - *Dawn* - è l'intervallo di tempo, dopo la notte fonda, in cui appare in cielo, ad oriente, il primo chiarore all'orizzonte e precede il sorgere del Sole (vedi crepuscoli).

**ALBEDO** - *Albedo* - rapporto tra la radiazione solare riflessa dalla superficie in esame e quella proveniente dal cielo e su essa incidente. La banda spettrale interessata è  $0,3 \div 3 \mu\text{m}$ .

**ALBEDOMETRO** - *Albedometer* - strumento per la misura dell'energia solare riflessa da una superficie in rapporto a quella proveniente dal cielo (vedi albedo). È costituito da due piranometri ( $\rightarrow$ ) uno rivolto verso il cielo e uno verso la superficie in esame.

ALISEI - *Trade winds* - venti costanti della fascia intertropicale che soffiano tutto l'anno, sempre nella stessa direzione e nello stesso senso. Spirano nell'emisfero boreale da Nord-Est verso Sud-Ovest e nell'emisfero australe da Sud-Est verso Nord-Ovest.

ANEMOMETRO - *Anemometer* - strumento per la misura dell'intensità della velocità (→) del vento (→).

ANEMOSCOPIO A BANDERUOLA - *Vane anemoscope* - è un gonioanemometro (→) in cui la direzione del vento è indicata da una banderuola.

ANNICHILIMENTO (DELLA MATERIA) - *Annihilation (of matter)* - è l'annullamento ovvero l'annientamento della materia. È quel processo in cui l'antimateria a contatto con la materia ordinaria si annulla si distrugge, convertendo questo processo in energia.

ANTIMERIDIANO - *Antimeridiam* - vedi meridiano.

ARCHITETTURA SOSTENIBILE (o AMBIENTALE) - *Sustainable architecture* - vedi bioarchitettura.

ATMOMETRO - *Atmometer* - strumento per la misura dell'evaporazione da una superficie porosa imbevuta di acqua.

ATMOSFERA - *Atmosphere* - è un involucro aeriforme, che avvolge interamente il nostro pianeta, formato da circa il 79 % di azoto, il 19 % di ossigeno, il 2 % fra vapor d'acqua (H<sub>2</sub>O), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ecc. Essa può essere divisa in cinque regioni sovrapposte denominate *sphere*, intervallate a loro volta da quattro fasce di transizione denominate *pause*. La porzione più bassa, in prossimità della superficie terrestre, è la Troposfera (→), che arriva a una altezza di 10 ÷ 12 km entro cui si hanno gli eventi meteorologici.

AUTOTROFO - *Autotrophic* - è detto di organismo (fondamentalmente le piante) capace di produrre, a partire da sostanze inorganiche, le sostanze organiche di cui abbisogna; vedi anche eterotrofo.

AZIMUT - *Azimuth* - è l'angolo che deve essere percorso, in senso orario, a partire dalla direzione Sud per raggiungere un punto P sull'orizzonte.

BAROMETRO - *Barometer* - strumento per la misura della pressione (→) atmosferica.

BIOARCHITETTURA - *Sustainable architecture* - è l'insieme delle discipline che presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema. In una visione caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e dall'utilizzo parsimonioso delle risorse, la bioarchitettura tende a integrare le attività dell'uomo alle preesistenze ambientali e ai fenomeni naturali, al fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura.

BIOLUMINESCENZA - *Bioluminescence* - è l'emissione di radiazione elettromagnetica, da parte dei sistemi biologici, sostenuta da una reazione chimica catalizzata da enzimi. Ne sono esempi: sulla terra la lucciola (*Lampyrus noctiluca*), nelle profondità oceaniche il pesce vipera (*Chauliodus sloani*).

BIOMASSA VEGETALE - *Vegetal biomass* - peso di vegetazione per metro quadrato. Indice che lega la produttività di una coltura a tutti quei parametri che intervengono nello sviluppo della coltura stessa.

**BIOMETEOROLOGIA** - *Biometeorology* - studia l'interazione tra fenomeni biologici e fenomeni meteorologici (meteorologia →).

**BIOSFERA** - *Biosphere* - indica la porzione di atmosfera e di terra in cui è possibile la vita: circa 10.000 m sopra la superficie terrestre e circa 10.000 m sotto la superficie marina.

**CACTACEE** (o **CACTUS**) - *Cactaceae* - sono una famiglia di piante succulente (piante xerofite →), adattate agli ambienti aridi mediante l'accumulo di acqua all'interno di tessuti succulenti) che comprende circa tremila specie e centoventi generi. I cactus si presentano in forme e dimensioni molto diverse tra loro, da piccole e globose a grandi e colonnari. Il cactus più alto è il *Pachycereus pringlei*, con un'altezza massima registrata di 19,2 m, e il più piccolo è la *Blossfeldia liliputana*, che raggiunge 1 cm di diametro in piena maturazione. Molte specie di cactus hanno la fioritura notturna, perché vengono impollinati da insetti notturni o da piccoli animali notturni, principalmente falene e pipistrelli.

**CALIBRAZIONE** - *Calibration* - ha un doppio significato, talvolta è usato come sinonimo di taratura (→) e talvolta come sinonimo di messa a punto (→), di un sistema di misura.

**CALORE LATENTE** - *Latent heat* - rappresenta l'energia termica che si deve fornire o sottrarre a un corpo per provocare un cambiamento di stato di aggregazione. Questi cambiamenti avvengono a temperatura costante e il calore fornito (sottratto) viene restituito (va fornito) nel cambiamento di stato opposto. Un grammo di acqua per passare dallo stato liquido a quello di vapore richiede un'energia di 2449 joule (→) (calore latente di evaporazione →); energia che il vapore restituisce nel passaggio inverso (condensazione →), la pioggia nel caso dell'ambiente. Un grammo di ghiaccio, per passare allo stato liquido, richiede 335 joule (calore latente di fusione →); energia che l'acqua restituisce nel passaggio dallo stato liquido a quello solido (solidificazione →).

**CALORE SENSIBILE** - *Sensible heat* - rappresenta l'energia termica che si deve fornire o sottrarre a un corpo per variarne la temperatura.

**CARATTERISTICHE METROLOGICHE** - *Metrologic characteristics* - l'insieme dei parametri che caratterizzano dal punto di vista delle prestazioni uno strumento di misura.

**CATENA TROFICA** (o **ALIMENTARE**) - *Food chain* - i flussi di energia che attraversano la biosfera in una sequenza di passaggi da un organismo (produttore) all'altro (consumatore), danno luogo alla formazione di catene alimentari in una serie di interazioni trofiche tra gli organismi che mangiano e che sono mangiati. Si possono distinguere catene alimentari che iniziano dal prodotto primario fresco, da quelle che iniziano da materiale organico morto (di origine sia vegetale sia animale).

**CHEMIOLUMINESCENZA** - *Chemoluminescence* - è l'emissione di radiazione elettromagnetica, in particolare nel visibile e nel vicino infrarosso, che può accompagnare una reazione chimica. Quando il fenomeno si verifica in sistemi biologici, si parla di bioluminescenza (→).

**CHEMIOSINTESI BATTERICA** - *Chemosynthesis* - è un processo che, a differenza della fotosintesi clorofilliana (→) che utilizza l'energia solare, sfrutta l'energia liberata da alcune reazioni inorganiche per produrre sostanze organiche; ad esempio trasforma l'acqua e l'anidride carbonica in sostanze organiche come il glucosio. Gli organismi chemiosintetici

sono autotrofi (→), in quanto non dipendono da fonti esterne di molecole organiche. Solo alcuni tipi particolari di organismi, come gli archibatteri termoacidofili o i batteri nitrificanti, svolgono la chemiosintesi.

**CICLO IDROLOGICO (o DELL'ACQUA)** - *Water (or hydrologic) cycle* - È il passaggio dell'acqua dall'idrosfera (→) all'atmosfera (→), tramite il processo evaporativo (vedi evaporazione), e il ritorno da questa alla prima tramite le precipitazioni. In questi passaggi l'acqua può cambiare il proprio stato di aggregazione (→) sfruttando l'energia solare. Questi cambiamenti di stato forniscono l'energia necessaria per alcuni dei principali flussi del ciclo idrologico che inizia con l'evaporazione (→) dell'acqua dagli oceani e dai mari e il suo trasporto nell'atmosfera (→) sotto forma di vapore (→). In particolari condizioni di temperatura (→) e di umidità(→), il vapore (→) può condensare in minuscole goccioline d'acqua, prima formando le nubi e poi precipitando sotto forma di pioggia, neve, grandine, ecc.

**CLIMA** - *Climate* - nel tempo la definizione è andata modificandosi:

- l'insieme delle condizioni normali e anormali, del tempo, che caratterizzano una località;
- il complesso di condizioni atmosferiche che lo rendono più o meno confacente al benessere dell'uomo e allo sviluppo di quelle piante che gli servono;
- le condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica per lunghi periodi di tempo, determinandone la flora e la fauna, e influenzando anche le attività economiche, le abitudini e la cultura delle popolazioni che vi abitano.

**CLIMATOLOGIA** - *Climatology* - studio del tempo atmosferico in riferimento alle sue condizioni medie per un lungo periodo e per una data regione.

**COEFFICIENTE DI TEMPERATURA** - *Temperature coefficient* - indica la correzione che va apportata al valore fornito da uno strumento quando esso non lavora alla temperatura a cui è stato calibrato (calibrazione →).

**CONDENSAZIONE** - *Condensation* - passaggio di stato della materia da vapore (→) a liquido.

**CONDUZIONE** - *Conduction* - trasferimento di calore all'interno di un solido o tra un solido e un fluido.

**CONIFERE** - *Conifers* - Ordine di piante legnose Gimnosperme, diffuse in estese foreste nelle zone temperate e fredde, con fusto ramificato, foglie aghiformi o squamiformi a cui appartengono, tra gli altri: l'abete, il cipresso, il larice, il pino. Sono piante vascolari, con semi contenuti in un frutto a cono. Le conifere attuali, diffuse in quasi tutte le parti del mondo, sono piante legnose, perlopiù alberi e solo poche arbusti.

**CONVEZIONE** - *Convection* - trasferimento di calore all'interno di un fluido, dovuto al movimento delle particelle che costituiscono il fluido stesso.

**CORPO NERO** - *Black body* - è così definito ogni corpo che assorbe tutta la radiazione incidente (quindi un corpo con riflessione e trasmissione nulle), ovviamente questa è una astrazione teorica che però, come caso limite, ha una sua utilità.

**COSTANTE DI TEMPO** - *Time constant* - è il tempo necessario a uno strumento per rilevare il 63 % di una variazione brusca del misurando (→), fra due livelli.

**CRESPUCOLO** - *Twilight* - indica sia l'intervallo di tempo dopo il tramonto (→) caratterizzato dalla permanenza di una luminosità diffusa sia l'intervallo di tempo (detto anche crepuscolo mattutino) in cui si ha l'aurora-alba (→).

**DERIVA** - *Drift* - variazione nel tempo del segnale fornito da uno strumento di misura mentre il misurando (→) rimane costante.

**DÌ** - *Daytime* - parte del giorno durante la quale c'è luce, ovvero tempo intercorrente tra i crepuscoli (→) (alba-aurora → e tramonto →).

**ELETTROMETEORA** - *Electrometeor* - il movimento delle masse d'aria forzato dal vento, può determinare un'elettrizzazione delle particelle che formano le nubi; così durante i temporali possono manifestarsi scariche elettriche sia all'interno di una nube o fra due nubi (*lampi*) sia fra nubi e il suolo (*fulmini*), sia in forma di globo luminoso che si sposta in maniera imprevedibile (*fulmine globulare*). Quando si verificano condizioni temporalesche gli strati gassosi atmosferici possono ionizzarsi e in presenza di oggetti appuntiti (parafulmini, antenne, alberi di navi, estremità alari di velivoli, ecc.), provocare una scarica elettrica luminosa, di durata e intensità variabile (*fuoco di sant'Elmo*).

**ELIOFANIA** - *Sunshine duration* - ore di presenza di sole libero da nubi o da altri ostacoli.

**ELIOFANOMETRO** - *Sunshine recorder* - strumento che indica la durata reale della presenza del sole (vedi eliofania).

**ELIOFILE** - *Heliophiles* - sono piante che prediligono ambienti ad alta intensità luminosa (piante da pieno Sole). Vedi sciafile.

**ENERGIA** - *Energy* - potenza (→) impiegata in un determinato intervallo di tempo, si esprime in joule (→).

**ERRORE ACCIDENTALE** - *Random error* - errore di misura, variabile continuamente in entità e segno, prodotto da effetti occasionali, che non sono determinabili.

**ERRORE ASSOLUTO** - *Absolute error* - massimo scostamento che il valore misurato (→) da uno strumento può avere dal valore vero (→) del misurando (→).

**ERRORE DI QUANTIZZAZIONE** - *Quantization error* - più piccola variazione del misurando (→) che può essere apprezzata da uno strumento di misura.

**ERRORE RELATIVO** - *Relative error* - rapporto fra errore assoluto (→) di una misura e il valore misurato.

**ERRORE SISTEMATICO** - *Systematic error* - errore di misura individuabile, è cioè sempre, quando si ripete, provocato dalla stessa causa fisica e ha, al permanere costante della causa, entità e segno invariabili.

**ESOSFERA** - *Exosphere* - è al di sopra della Termosfera (→) a partire da circa 200 km di quota.

**ETEROTROFO** - *Heterotrophic* - è detto di organismo incapace di produrre autonomamente i propri alimenti e quindi si nutre direttamente (erbivori) o indirettamente (carnivori) degli organismi autotrofi (→), che per questo motivo stanno alla base della catena trofica.

EUFOTICA (ZONA) - *Euphotic zone* - si definisce così la parte di colonna d'acqua che consente la penetrazione della radiazione solare in quantità ancora sufficiente ad attivare la fotosintesi nelle piante autotrofe (→) marine, mediamente fino a 50 m dalla superficie del mare. La colonna d'acqua tende ad assorbire fortemente il rosso che non supera i 10 m di profondità, l'arancione penetra fino a circa 20 m, il giallo fino a circa 50 m (e qui termina quella che viene definita zona eufotica), il verde fino a 100 m e il blu fino a poco oltre i 200 m.

EVAPORAZIONE - *Evaporation* - passaggio di stato della materia da liquido a vapore (→).

EVAPORIMETRO - *Evaporimeter* - strumento per la misura dell'evaporazione (→) dell'acqua da una vasca di superficie nota.

EVAPOTRASPIRAZIONE - *Evapotranspiration* - l'insieme dell'evaporazione (→) dell'acqua dal suolo e della traspirazione (→) di animali e piante.

FEDELTA' - *Repeatability* - dà una indicazione sulla dispersione dei valori, ottenuti da uno strumento di misura ripetendo più volte la misura (→) dello stesso misurando (→), intorno al loro valore medio (→).

FOTOBIOLOGIA - *Photobiology* - è la disciplina che si occupa dell'azione della radiazione solare (→) sugli organismi viventi. Comprende studi sulla fotosintesi (vedi fotosintesi clorofilliana), sui processi visuali, sui ritmi circadiani (ciclo che si compie in circa 24 ore e in cui si ripetono alcuni processi fisiologici), sulla bioluminescenza (→) e sugli effetti della radiazione ultravioletta (→).

FOTOMETEORA - *Photometeor* - vengono così classificati diversi fenomeni luminosi; *l'arcobaleno* e *l'alone* sono le fotometeore più note, ma ne esistono diverse altre: *corona*, *iridescenza*, ecc. Tutte le fotometeore sono attribuibili a varie combinazioni di rifrazione, riflessione e diffrazione della luce solare o lunare da parte di goccioline d'acqua o di cristalli di ghiaccio, presenti nell'atmosfera terrestre.

FOTOMORFOGENESI - *Photomorphogenesis* - è il processo biologico mediante il quale la radiazione solare (→) regola la crescita e lo sviluppo delle piante attraverso fotorecettori molecolari (principalmente fitocromo, criptocromo, zeaxantina) indipendenti dall'attività fotosintetica (vedi fotosintesi clorofilliana).

FOTOPERIODISMO - *Photoperiodism* - è la dipendenza che crescita e sviluppo delle piante hanno con il rapporto fra durata dei periodi di luce (→) e quelli di buio.

FOTOPICA (VISIONE) - *Photopic vision* - è la visione che si ha in luce diurna e che consente la percezione del colore. La visione a bassi livelli di illuminazione è la visione scotopica (→).

FOTOSINTESI CLOROFILLIANA - *Photosynthesis* - permette di convertire l'energia luminosa, che colpisce le foglie, in energia chimica. I cloroplasti, corpuscoli cellulari verdi contenuti nelle foglie, per effetto della radiazione solare trasformano le sostanze inorganiche, come l'acqua e l'anidride carbonica, in sostanze organiche complesse, come gli zuccheri e gli amidi.

FREQUENZA - *Frequency* - è, in un fenomeno oscillatorio, il numero di oscillazioni nell'unità di tempo, simbolo f. La durata temporale di una oscillazione prende il nome di periodo (→), simbolo T. Le due grandezze sono legate dalla relazione  $f = 1/T$ .

FUSIONE - *Fusion* - passaggio di stato della materia da solido a liquido.

FUSO ORARIO - *Time zone* - Ciascuno dei ventiquattro settori, teoricamente delimitati da due meridiani distanti 15° di longitudine (→), in cui è suddivisa la superficie terrestre, costituenti il sistema orario internazionale. Secondo una convenzione adottata in molti paesi l'ora all'interno di ogni fuso orario corrisponde all'ora locale del suo meridiano (alcuni paesi adottano un'ora ufficiale frazionaria); i fusi orari sono quindi contati a partire dal meridiano di Greenwich e fino all'antimeridiano con segno positivo verso E e negativo verso O. I confini dei fusi coincidono con i meridiani solo sul mare mentre si adattano a quelli politici sulle terre emerse. L'Italia si trova nel fuso orario dell'Europa centrale (+1).

GAMMA DI MISURA - *Measurement range* - intervallo di valori di ingresso entro cui uno strumento dà una indicazione.

GAS - *Gas* - stato di aggregazione (→) aeriforme della materia la quale può liquefare solo per effetto di un abbassamento della temperatura (confronta con vapore).

GEOGRAFIA UMANA (o ANTROPICA) - *Human geography* - è la scienza dedicata all'analisi della distribuzione, della localizzazione e dell'organizzazione spaziale dei fatti umani. Tale scienza è composta da un aspetto sincronico, ovvero l'analisi degli assetti organizzativi umani presenti nel mondo in un determinato periodo, e da un aspetto diacronico, ovvero l'analisi dei processi che nel corso del tempo hanno condotto alla formazione di tali assetti. In essa si includono gli aspetti culturali, economici, sociali e politici e si privilegia la ricerca degli elementi soggettivi nel rapporto uomo-territorio. Sovente la geografia umana si avvale di discipline quali la sociologia, l'economia e la psicologia, e di forme comunicative come la letteratura e le espressioni artistiche.

GONIOANEMOMETRO - *Gonioanemometer* - strumento per l'indicazione della direzione del vento in riferimento a una direzione prestabilita (usualmente il Nord).

GRADIENTE - *Gradient* - variazione spaziale di una grandezza fisica.

IDROMETEORA - *Hydrometeor* - insieme visibile di particelle d'acqua (allo stato liquido o solido) sospese nell'atmosfera, che possono precipitare verso la superficie terrestre depositandosi su oggetti vicini al suolo (rugiada, brina, ecc.) o essere sollevate dall'azione del vento. Le nubi e le precipitazioni da esse derivanti (pioggia, neve, ecc.) sono pertanto idrometeor e nella stessa classe rientrano la foschia e la nebbia.

IDROSFERA - *Hydrosphere* - indica l'involucro acqueo formato da nubi, fiumi, laghi e acque sotterranee, che copre la superficie del globo terrestre in modo incompleto e discontinuo.

IGROMETRO - *Hygrometer* - strumento per la misura dell'umidità relativa (→) dell'aria.

INDICE DI CALORE - *Heat index* - è una temperatura apparente (→) che combina temperatura e umidità relativa per esprimere la temperatura percepita dall'organismo. Quando l'umidità è bassa, la temperatura percepita sarà inferiore rispetto alla temperatura reale dell'aria, poiché il sudore evaporando rapidamente raffredda il corpo. Invece, quando l'umidità è elevata la temperatura percepita sarà più alta rispetto a quella reale, poiché il sudore evapora più lentamente. Questo indice viene calcolato quando la temperatura dell'aria è superiore a 14° C. Al di sotto di questo valore l'indice di calore coincide con la temperatura dell'aria. L'indice non è calcolato sopra i 52° C.

ISTERESI - *Hysteresis* - differenza, per uno stesso misurando (→), fra il valore indicato dallo strumento per valori crescenti e quello indicato, dallo stesso strumento, per valori decrescenti.

JOULE - *Joule* - unità di misura dell'energia (→) (simbolo J). Il joule al secondo (unità di misura del tempo, simbolo s) esprime il watt (→).

KILO - *Kilo* - prefisso (simbolo k) per indicare mille ( $10^3$ ) unità: es. 1 kW , mille watt (→).

LATITUDINE - *Latitude* - Nel sistema di coordinate geografiche, misura della distanza angolare (in gradi, minuti e secondi) dall'equatore (latitudine  $0^\circ$ ) al punto, lungo il meridiano (→) passante per quel punto; è positiva nell'emisfero settentrionale (indicata anche come latitudine nord) e negativa in quello meridionale (latitudine sud). La latitudine è uno dei fattori determinanti del clima e le condizioni ambientali.

LINEARITÀ - *Linearity* - indica quanto la curva di risposta di uno strumento, *valore in ingresso - valore indicato*, si avvicina alla caratteristica ideale che è una retta a  $45^\circ$ .

LIQUEFAZIONE - *Liquefaction* - passaggio di stato della materia da aeriforme a liquido.

LISIMETRO - *Lysimeter* - strumento per la misura dell'evapotraspirazione (→).

LITOMETEORA - *Litometeor* - insieme osservabile di particelle solide in sospensione nell'atmosfera, che non sia costituito da aghi di ghiaccio (tempeste di polvere o di sabbia nelle regioni aride, fumi nelle regioni industriali, ecc.). La più consueta fra le litometeore è la *caligine*, cioè la presenza nell'aria di particelle solide minutissime che riducono la trasparenza atmosferica; in base alle convenzioni internazionali si ha la caligine quando la visibilità orizzontale si riduce a valori compresi fra 2 e 5 chilometri.

LONGITUDINE - *Longitude* - Nel sistema di coordinate geografiche, misura della distanza angolare (in gradi, minuti e secondi) da un meridiano (→) di riferimento (passante per Greenwich longitudine  $0^\circ$ ), al meridiano passante per il punto; varia da  $0^\circ$  a  $180^\circ$  ed è positiva a ovest del meridiano fondamentale (indicata anche come long. ovest) e negativa a est (long. est). In particolari riferimenti è anche misurata in ore, minuti e secondi.

LUCE (o GAMMA VISIBILE) - *Light (or visible range)* - è così definita la frazione dello spettro elettromagnetico della radiazione solare (→) che è compresa nella gamma di lunghezze d'onda (→) da 400 nm a 700 nm.

LUNGHEZZA D'ONDA - *Wavelength* - è, in un fenomeno oscillatorio, lo spazio percorso in un periodo T (→) dall'oscillazione, simbolo  $\lambda$ . Le due grandezze sono legate dalla relazione  $\lambda = c T$ , dove c è la velocità di propagazione dell'oscillazione. Nel caso di onde elettromagnetiche che si propagano nel vuoto o in aria c è chiamata velocità (→) della luce (→) e vale circa 300.000 km/s.

MACROMETEOROLOGIA - *Macrometeorology* - studia i fenomeni su scala planetaria; per esempio cicloni e anticicloni.

MED - *MED* - è l'abbreviazione di *Minimum Erythemat Dose*, definito come la quantità di esposizione ai raggi solari necessaria per causare un arrossamento della pelle, appena percettibile, entro 24 ore dall'esposizione.

MEGA - *Mega* - prefisso (simbolo M) per indicare un milione ( $10^6$ ) di unità: es. 1 MJ , un milione di joule (→).

**MERIDIANO** - *Meridian* - Ciascuno dei circoli massimi passante per i due poli della Terra. Con riferimento a un punto sulla superficie terrestre, è detto *meridiano locale* la metà del meridiano passante per esso e per i due poli, antimeridiano la metà opposta. A ogni meridiano è associata una misura (vedi longitudine) a partire dal meridiano di riferimento o zero o fondamentale, passante per Greenwich. Qualsiasi meridiano può essere adottato come fondamentale in ambito locale o nazionale in Italia veniva un tempo usato il meridiano di Monte Mario (Roma), posto alla longitudine (→) 12° 27' 13" E.

**MESOMETEOROLOGIA** - *Mesometeorology* - studia i fenomeni su scala regionale; per esempio brezze di mare.

**MESOSFERA** - *Mesosphere* - sovrasta fino a circa 80 km di quota la Stratosfera (→).

**MESSA A PUNTO** - *Tuning* - l'insieme delle operazioni per rendere uno strumento o una catena di misura conforme alle caratteristiche metrologiche (→) originarie (vedi calibrazione).

**METEORA** - *Meteor* - dal greco *che sta in alto nell'aria*. Si possono avere: idrometeore (→), elettrometeore (→), litometeore (→), fotometeore (→),

**METEOROLOGIA** - *Meteorology* - studio dell'atmosfera terrestre e del modo con il quale i diversi effetti dipendenti dalla sua attività influenzano il *tempo* e il *clima*. In altri termini la meteorologia si occupa dei processi fisici che si svolgono nell'atmosfera e più particolarmente, degli scambi di calore, di quantità di moto e di materia fra la superficie terrestre e l'atmosfera.

**METEOROLOGIA SINOTTICA** - *Synoptic meteorology* - concerne la rappresentazione del tempo meteorologico sulle carte geografiche per regioni molto estese, finalizzata alla previsione delle condizioni del tempo.

**METROLOGIA** - *Metrology* - studio della caratterizzazione degli strumenti di misura e delle procedure per il rilevamento e la quantificazione di una qualsiasi grandezza.

**MICRO** - *Micro* - prefisso (simbolo  $\mu$ ) per indicare un milionesimo ( $10^{-6}$ ) di unità: es. 1  $\mu$  m, un milionesimo di metro.

**MICROCLIMA** - *Microclimate* - studio dell'atmosfera presso il suolo dove c'è la maggior parte delle forme viventi.

In pratica consiste nello studio di vari processi, quali trasmissioni del calore dalla superficie terrestre all'aria sovrastante per conduzione (→) e convezione (→), la struttura del vento (→) al suolo, l'evaporazione (→) e la condensazione (→) e infine la diffusione di sostanze gassose e corpuscolari quali il fumo, la polvere e il polline.

**MICROMETEOROLOGIA** - *Micrometeorology* - studia i fenomeni su scala dell'ordine di grandezza degli esseri viventi; per esempio gli scambi di calore fra un animale e l'aria circostante (vedi microclima).

**MILLI** - *Milli* - prefisso (simbolo m) per indicare un millesimo ( $10^{-3}$ ) di unità: es. 1 mJ, un millesimo di joule (→).

**MISURA** - *Measure* - la parola indica sia l'azione del misurare (misurazione →) sia il risultato dell'azione. Misurare una grandezza (misurando →) significa esprimere con un numero il rapporto di questa grandezza a una grandezza della stessa specie, scelta come

unità (definizione elementare risalente ad Euclide; Bertrand Russell, nel '900, ne ha data una che non presenta le incongruenze che si possono individuare nella definizione di Euclide). Così misurare una temperatura significa esprimere il suo rapporto al grado, ad esempio centigrado, ossia determinare il suo valore in gradi centigradi.

MISURANDO - *Measurand* - grandezza sotto misura.

MISURAZIONE - *Measurement* - azione del misurare.

MONITORAGGIO - *Monitoring* - controllo sistematico e continuativo, tramite misure ripetute nello spazio e nel tempo, di un fenomeno fisico o biologico. Mentre la misura (→) dà informazioni tramite i valori rilevati, il monitoraggio aggiunge a queste altre informazioni dedotte dalle variazioni spazio-temporali dei valori misurati.

La parola deriva dal verbo ammonire e quindi racchiude in sé anche i concetti di avvertimento e di sanzione.

MONSONI - *Monsoon* - sono venti periodici tipici delle regioni tropicali e subtropicali (in particolare dell'Asia Orientale e Sud-orientale) che spirano d'estate dall'oceano verso il continente, d'inverno dal continente verso l'oceano. La stagione in cui si concentrano le piogge, generalmente tra giugno e settembre, è caratterizzata dal monzone di Sud-Ovest, un vento carico di umidità (→) proveniente dall'Oceano Indiano. Il nome deriva dall'arabo *mawsim* che significa stagione.

NADIR - *Nadir* - la verticale all'orizzonte locale passante per un punto P definisce verso il basso il Nadir e verso l'alto lo Zenit (→).

NANO - *Nano* - prefisso (simbolo n) per indicare un milionesimo ( $10^{-9}$ ) di unità: es. 1 nm , un milionesimo di metro.

PARALLELO - *Parallel* - Ciascuno dei cerchi della sfera terrestre idealmente tracciati su un piano perpendicolare all'asse di rotazione. Quello massimo, che giace sul piano di simmetria della sfera terrestre, è detto equatore. Ciascuno di essi è identificato dalla misura della latitudine (→).

PERIODO - *Period* - è, in un fenomeno oscillatorio, la durata temporale di una oscillazione, simbolo T. Il numero di oscillazioni nell'unità di tempo prende il nome di frequenza (→), simbolo f. Le due grandezze sono legate dalla relazione  $T = 1/f$ .

PIASTRA DI FLUSSO - *Flux plate* - strumento per la misura del flusso di calore che attraversa una determinata superficie.

PIRANOMETRO - *Pyranometer* - vedi solarimetro.

PIRELIOMETRO - *Pyrheliometer* - strumento per la misura della radiazione diretta (→) proveniente dal sole e che raggiunge la superficie terrestre.

PIRRADIOMETRO - *Pyrradiometer* - strumento per la misura della radiazione netta (→) (detto anche: radiometro netto).

PLUVIOMETRO - *Rain gauge* - strumento per la misura della quantità di pioggia nell'unità di tempo.

PORTATA - *Span* - valore massimo della grandezza che uno strumento di misura può rilevare.

POTENZA - *Power* - misura l'energia (→) fornita o ottenuta nell'unità di tempo, si esprime in watt (→).

PRECIPITAZIONE - *Precipitation* - la precipitazione atmosferica può essere umida o secca e può essere misurata come intensità (quantità nell'unità di tempo) o come qualità (natura chimica).

Fra le precipitazioni umide abbiamo: pioggia, neve, grandine, nebbia, brina, ecc. Le ultime due sono dette anche *precipitazioni occulte*.

Fra le precipitazioni secche (particelle solide non composte di acqua) abbiamo: caligini, fumi, sabbia, pollini, aerosol, ecc.

L'unità di misura delle precipitazioni piovose è il millimetro, infatti si indica lo spessore della lama d'acqua che si accumula su una superficie orizzontale nota.

Per quanto riguarda la neve si parla del suo contenuto in acqua e, in una approssimazione grossolana, si fanno corrispondere 10 mm di neve fresca a 1 mm di pioggia.

PRECISIONE - *Precision* - errore assoluto (→) massimo che uno strumento di misura può compiere.

PRESSIONE - *Pressure* - forza esercitata sull'unità di superficie. In meteorologia si intende il peso della colonna d'aria di sezione unitaria, che si estende dalla quota considerata fino al limite estremo dell'atmosfera (convenzionalmente 12000 metri dalla superficie terrestre). L'unità di misura della pressione è il pascal, che è definito come la forza di 1 newton agente su 1 m<sup>2</sup>.

PSICROMETRO - *Psychrometer* - strumento per la misura della temperatura di bulbo secco e di bulbo umido per la valutazione dell'umidità relativa (→) dell'aria.

PUNTO DI RUGIADA - *Dew point* - vedi temperatura di rugiada.

RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA - *Electromagnetic radiation* - fenomeno di natura elettromagnetica in cui la trasmissione dell'energia è legata alla propagazione di campi elettrici e magnetici perpendicolari tra di loro e alla direzione di spostamento, la cui intensità varia nel tempo e nello spazio secondo leggi di tipo ondulatorio. In meteorologia ci si riferisce alla radiazione solare (vedi spettro solare) che viene quantificata in termini di potenza incidente sull'unità di superficie, espressa in watt/m<sup>2</sup>.

RADIAZIONE DIFFUSA - *Diffuse radiation* - radiazione diffusa dall'atmosfera (da parte dei gas e/o delle nubi) proveniente dalla volta celeste ad eccezione del disco solare, e misurata su una superficie orizzontale. Lo strumento usato per la misura è un radiometro (→) provvisto di un anello, concentrico alle cupolette di protezione, montato in modo tale da porre in ombra la parte sensibile.

RADIAZIONE DIRETTA - *Direct radiation* - radiazione proveniente dall'angolo solido sotteso dal disco e dall'alone solare, e ricevuta su una superficie perpendicolare all'asse di questo angolo solido. Lo strumento usato per la sua misura è il pireliometro (→).

RADIAZIONE GLOBALE - *Global radiation* - radiazione proveniente dal sole e dal cielo a partire da un angolo solido di  $2\pi$  radianti e misurata su una superficie orizzontale. Lo spettro di lunghezza d'onda interessato è compreso tra 0,3 e 3  $\mu\text{m}$ . Lo strumento usato per la sua misura è il radiometro (→) o piranometro (→).

**RADIAZIONE NETTA** - *Net radiation* - differenza tra la radiazione proveniente dal cielo e quella in arrivo dalla superficie in esame nella gamma spettrale da 0,3 a circa 60  $\mu\text{m}$ .

Lo strumento usato per la sua misura è il radiometro netto (→).

**RADIAZIONE TOTALE** - *Total radiation* - costituita da tutti i flussi di radiazione con lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 60  $\mu\text{m}$  che giungono dal sole, dall'atmosfera e dalle nubi, su una superficie orizzontale.

**RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA** - *Ultraviolet radiation* - l'energia ultravioletta (UVA 315 ÷ 370 nm; UVB 280 ÷ 315 nm) proveniente dal Sole, con esposizioni prolungate, può causare problemi alla salute, come scottature, invecchiamento della pelle, cataratta, cancro alla pelle e può alterare il sistema immunitario. Di norma, in relazione agli effetti sulla pelle, si danno due indici: MED (→) e UV Index (→).

**RADIOMETRO NETTO** - *Net radiometer* - vedi pirradiometro.

**RANGE** - *Range* - vedi gamma di misura.

**RAPPORTO DI MESCOLANZA** - *Mixture ratio* - rapporto tra la massa del vapore (→) d'acqua presente in un certo volume d'aria e la massa dell'aria asciutta presente nel volume considerato.

**RIFLETTANZA (SPETTRALE)** - (*spectral*) *Reflectivity* - misura la capacità delle superfici di riflettere del tutto o in parte la radiazione elettromagnetica (→) (in particolare quella visibile, vedi luce) su di esse incidente. Se la riflettanza della superficie è diversa per le diverse lunghezze d'onda (→) si parla di riflettanza spettrale.

**RIPETIBILITÀ** - *Repeatability* - vedi fedeltà.

**RISOLUZIONE** - *Resolution* - rapporto tra l'errore di quantizzazione (→) e il range (→) di uno strumento di misura.

**SCIAFILE** - *Sciaphilous* - sono piante che prediligono ambienti a bassa intensità luminosa (piante d'ombra o mezza-ombra). Vedi eliofile.

**SCOTOPICA (VISIONE)** - *Scotopic vision* - è la visione che si ha quando il livello di illuminazione è molto basso; essa consente di rilevare la forma degli oggetti ma non le differenze di colore. La visione a livelli di illuminazione normali è la visione fotopica (→).

**SENSIBILITÀ** - *Sensitivity* - rapporto tra la variazione della grandezza di uscita, da uno strumento di misura, e la corrispondente variazione di ingresso.

**SOGLIA** - *Lower range value* - più basso livello di segnale rilevato da uno strumento di misura.

**SOLARIMETRO** - *Solarimeter* - strumento per la misura della radiazione globale (→) proveniente dal Sole e che raggiunge la superficie terrestre, nella gamma spettrale 0,3 ÷ 3  $\mu\text{m}$ . Può indicare anche lo strumento per la misura della radiazione diffusa (→); in tal caso si usa l'espressione: solarimetro per la diffusa.

**SPETTRO SOLARE** - *Solar spectrum* - è l'insieme delle lunghezze d'onda (→) contenute nella radiazione elettromagnetica (→) emessa dal Sole ovvero da un corpo con temperatura (→) superficiale di circa 5400 gradi centigradi; è uno spettro continuo che presenta un massimo alla lunghezza d'onda (→) di 550 nm.

**SPETTRO RADIATIVO** - *Radiative spectrum* - è l'insieme delle diverse lunghezze d'onda (→) che costituiscono una gamma (=banda) di radiazione elettromagnetica (→).

**STABILITÀ** - *Stability* - indica la capacità di uno strumento di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche.

**STATO DI AGGREGAZIONE** - *State of matter* - la materia può trovarsi in tre forme di aggregazione: solido, liquido, aeriforme. Quest'ultima prevede due categorie: gas (→) e vapore (→).

**STOMA** - *Stoma* - Gli stomi sono strutture annesse all'epidermide, disposte su tutte le parti erbacee delle piante, in modo particolare sulla pagina inferiore della foglia e sono presenti in tutte le piante terrestri. Sono le uniche cellule, in tutta l'epidermide, a possedere i cloroplasti (vedi fotosintesi clorofilliana). La loro funzione è di consentire lo scambio gassoso fra interno ed esterno del vegetale, in particolare la fuoriuscita di vapore acqueo e l'entrata di ossigeno e di anidride carbonica.

**STRATOSFERA** - *Stratosphere* - parte sovrastante la Troposfera (→) fino a quote di 50 ÷ 60 km.

**STRUMENTO INDICATORE** - *Indicating instrument* - consente solo la lettura, in un determinato campo di misura, limitatamente al momento dell'osservazione (es. termometro a mercurio).

**STRUMENTO REGISTRATORE** - *Recording instrument* - permette di osservare con continuità l'andamento di un determinato parametro fisico in funzione del tempo (es. termografo<sup>1</sup>).

**TARATURA** - *Calibration* - procedimento per determinare come il segnale di uscita da uno strumento di misura è legato al misurando (→) (vedi calibrazione).

**TEMPERATURA** - *Temperature* - indice dell'energia cinetica media delle molecole che costituiscono il corpo. La temperatura di un corpo indica una maggiore o minore capacità di questo a comunicare "calore" ad altri corpi. Il Sistema Internazionale delle unità di misura impone di utilizzare la scala di temperatura assoluta cioè i gradi kelvin, ma in pratica se ne utilizzano anche altre:

- gradi kelvin (K): alla pressione di 1013 mbar (pressione atmosferica media al livello del mare) si attribuisce al ghiaccio fondente (punto triplo dell'acqua) la temperatura di 273,16 K e al punto di ebollizione dell'acqua la temperatura di 373,16 K; ma, principalmente in meteorologia e in biologia, si utilizzano ancora (contravvenendo alle norme SI);
- gradi celsius o centigradi (°C): si stabilisce zero gradi la temperatura del ghiaccio fondente e 100 °C la temperatura di ebollizione dell'acqua;
- gradi fahrenheit (°F): si considera il ghiaccio fondente a 32 °F e il punto di ebollizione dell'acqua a 212 °F.

**TEMPERATURA APPARENTE** - *Apparent temperature* - tramite i dati meteorologici possono essere calcolate tre temperature apparenti: Wind chill (→), THSW (→) e Indice di calore (→).

**TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO** - *Operating temperature* - è la temperatura entro cui può stare uno strumento mentre è in funzione.

---

<sup>1</sup> In generale il suffisso metro viene sostituito con grafo quando si tratta di strumenti registratori.

TEMPERATURA DI IMMAGAZZINAMENTO - *Storage temperature* - è la temperatura a cui può stare uno strumento mentre non è in funzione.

TEMPERATURA DI IMPIEGO - *Employment temperature* - vedi temperatura di funzionamento.

TEMPERATURA DI RUGIADA - *Dew point temperature* - temperatura a cui dovrebbe essere portata a pressione costante, una massa d'aria umida perché avvenga la condensazione (→) del vapor (→) d'acqua.

TEMPERATURA PERCEPITA - *Perceived temperature* - vedi temperatura apparente.

TEMPO DI RISPOSTA - *Response time* - tempo impiegato da uno strumento per rilevare il 90 % della variazione del misurando (→).

TERMOMETRO - *Thermometer* - strumento per la misura della temperatura (→).

TERMOSFERA - *Thermosphere* - si sviluppa alle quote comprese da 80 ÷ 90 km a 190 ÷ 200 km al di sopra della Mesosfera (→).

THSW - *THSW* - è una temperatura apparente che combina temperatura (*Temperature*), umidità (*Humidity*), radiazione solare (*Solar radiation*) e intensità del vento (*Wind*) sulla nostra percezione della temperatura.

TRAMONTO - *Sunset* - è il momento in cui un astro scompare sotto l'orizzonte; è l'inizio del crepuscolo serale.

TRASPIRAZIONE - *Transpiration* - quantità di vapor d'acqua che le piante e gli animali cedono all'atmosfera.

TROPOSFERA - *Troposphere* - è la porzione di Atmosfera (→) più prossima alla superficie terrestre in cui si hanno gli eventi meteorologici, essa arriva a 10 ÷ 12 km dalla superficie.

UMIDITÀ ASSOLUTA - *Absolute humidity* - massa del vapore (→) d'acqua presente in un volume unitario di aria umida.

UMIDITÀ RELATIVA - *Relative humidity* - quantità di vapore (→) d'acqua contenuto nell'aria in rapporto a quella che vi sarebbe contenuta se il vapore fosse saturo alla temperatura dell'aria stessa. In altre parole rapporto fra la pressione parziale del vapor d'acqua presente nell'aria e la pressione parziale che avrebbe il vapor d'acqua se alla temperatura dell'aria fosse saturo.

Per la definizione data l'umidità relativa è un numero puro (adimensionale) espresso in percentuale ovvero compreso fra 0 %, aria secca, e 100 %, aria contenente vapor saturo.

UMIDITÀ SPECIFICA - *Specific humidity* - rapporto tra la massa del vapore (→) d'acqua presente in un certo volume di aria e la massa totale del volume considerato.

UV INDEX - *UV Index* - assegna, in base alle indicazioni del *World Meteorological Organization*, all'intensità della radiazione ultravioletta rilevata un numero compreso fra 0 e 16. Valori di UV index inferiori a 2 non provocano danni sensibili all'uomo, valori superiori a 10 sono fortemente pericolosi (vedi radiazione ultravioletta).

VALORE DI FONDO SCALA - *Upper range value* - vedi portata.

VALORE DI INIZIO SCALA - *Lower range value* - vedi soglia.

VALORE MEDIO - *Mean value* - media aritmetica dei valori del misurando (→), mantenuto costante e influenzato solo da cause accidentali, che si ottengono ripetendo più volte la stessa misura (→).

VALORE MISURATO - *Measured value* - valore del misurando (→) indicato dallo strumento di misura.

VALORE VERO - *True value* - si chiama valore vero di una misura il valore che essa avrebbe se non vi fossero errori accidentali (→) ed errori sistematici (→).

VAPORE - *Vapour* - stato di aggregazione (→) aeriforme della materia la quale può liquefare sia per effetto di un abbassamento della temperatura sia per un aumento della pressione (confronta con gas).

VELOCITÀ (MEDIA) - *Velocity* - rapporto tra lo spazio percorso e il tempo impiegato a percorrerlo. La velocità di un oggetto è compiutamente definita quando è nota l'intensità (*speed*) e la direzione del moto.

VENTO - *Wind* - spostamento d'aria provocato da una differenza di pressione (→) tra due punti della superficie terrestre. Del vento si misura la velocità (→) di spostamento della massa d'aria; di questa si devono indicare l'intensità, espressa in metri/secondo, e la direzione di provenienza, espressa come angolo rispetto a una direzione di riferimento, di solito il nord geografico.

VISIONE CROMATICA - *Color vision* - Definisce le gamme spettrali (vedi spettro radiativo) a cui un sistema visivo è sensibile. Ad esempio, in riferimento alla radiazione solare (vedi spettro solare):

- l'uomo vede tutti i colori dal rosso al violetto, salvo casi di patologie quali ad esempio il daltonismo;
- i bovini vedono solo le lunghezze d'onda dal giallo al blu;
- i cani vedono nella banda del giallo e in quella dal blu al violetto;
- i gatti vedono i colori nelle bande dal giallo al blu;
- sembra che i mammiferi marini e alcuni squali abbiano una visione in bianco-nero;
- molte specie di insetti riescono a vedere anche nella gamma della radiazione ultravioletta (→), ad esempio le api.

WATT - *Watt* - unità di misura della potenza (→), (simbolo W).

WIND CHILL - *Wind chill* - è una temperatura apparente che indica come la velocità del vento modifica la nostra percezione della temperatura reale dell'aria. Il nostro corpo riscalda le molecole d'aria che lo avvolgono trasferendo calore dalla pelle. Se non c'è un flusso d'aria, questo strato isolante di molecole d'aria calda rimane adiacente alla pelle e offre una protezione contro le molecole di aria più fredda. Tuttavia, il vento è in grado di allontanare questo strato di aria calda che avvolge il nostro corpo. Più il vento soffia forte, più rapidamente il calore viene trasportato via e maggiore sarà la sensazione di freddo. Sopra i 32 °C il vento non ha effetto sulla temperatura apparente, cosicché la temperatura di wind chill coincide con la temperatura esterna.

XEROFITE - *Xerophyte* - sono piante adattate a vivere in ambienti caratterizzati da lunghi periodi di siccità o da clima arido o desertico.

ZENIT - *Zenith* - la verticale all'orizzonte locale passante per un punto P definisce verso l'alto lo Zenit e verso il basso il Nadir (→).

ZERO - *Zero* - vedi soglia.

ZERO ASSOLUTO - *Absolute Zero* - è il minimo teorico della temperatura, posto a 273,16 gradi al di sotto dello zero centigrado (ghiaccio fondente). Allo zero assoluto si annulla l'agitazione termica delle molecole e, come conseguenza di questo e di altri effetti, si "dovrebbe" produrre l'annichilimento (→) della materia. La scala termometrica che utilizza come zero lo zero assoluto è la scala Kelvin: in riferimento a questa scala l'acqua ghiaccia a + 273,16 K (= 0 °C) e bolle a 373,16 K (= 100 °C). Pertanto si passa dai gradi centigradi (simbolo °C) ai gradi Kelvin (simbolo K) aggiungendo 273,16, numero che va sottratto per la conversione inversa. È del tutto ovvio che la scala termometrica assoluta non ha valori negativi.

## Bibliografia

- [1] Benincasa F. (1988) - *Elettronica per misure fisiche e biologiche*, vol. I, Calderini, Bologna.
- [2] Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. (1991) - *Agrometeorologia*, Patron, Bologna.
- [3] Benincasa F. (a cura di) (2003) - *L'acqua sulla Terra*, Quaderno IBIMET n. 13, Firenze.
- [4] Fasano G., Materassi A., Zara P. (1999) - *Sensori e strumenti elettronici per la meteorologia*, edito a cura di Benincasa F.-Maracchi G., Quaderno INAPA n. 8, Firenze.
- [5] Raven H., Evert R.F., Eichhorn S.E. (1999) - *Biologia delle piante* V ed. Zanichelli, Bologna.

Finito di stampare nell'ottobre 2012  
presso Grafiche Gardenia, Lastra a Signa – Firenze (Italia)







**ISBN: 978-88-95597-12-6**